

A CONTRE-COURANTS : UNE ENERGIE CITOYENNE ET SOLIDAIRE !

Dossier d'accompagnement

"A contre-courants, une énergie citoyenne et solidaire"
Expo CITIM Caen 2015"
Graphiste-illustratrice Cécile Dalnoky



Association CITIM
Maison des solidarités
51 quai de Juillet 14000 Caen



SOMMAIRE

Préambule

PARTIE I : L'énergie, enjeu économique : l'impasse du modèle actuel

1. Sources et usages de l'énergie (panneau 2)

p 4 - 6

- 1.1 Un concept, des mots
- 1.2 Deux grandes sources d'énergie : renouvelables et fossiles/fissiles
- 1.3 Formes et transformations de l'énergie
- 1.4 Usages de l'énergie : transport, chaleur, électricité
- 1.5 Énergie primaire, énergie finale, énergie utile et mesure de l'énergie

2. Un modèle énergétique en bout de course (panneau 2)

p 7 - 11

- 2.1 La montée en puissance des besoins énergétiques
 - Les premiers grands bouleversements climatiques
 - Les débuts de la révolution industrielle : charbon, et machine à vapeur
 - Un siècle plus tard, le pétrole et le moteur à explosion
 - Le gaz naturel
 - L'électricité, d'abord issue des énergies fossiles
 - L'électricité issue des renouvelables (eau et vent)
 - L'électricité d'origine nucléaire (énergie fissile)
 - Les populations défavorisées et l'environnement paient le prix fort !
- 2.2 L'impasse du modèle énergétique actuel
 - Les Trente Glorieuses : croissance, plein emploi et gaspillage
 - Vers un épuisement des ressources énergétiques ?
 - Peut-on envisager d'augmenter indéfiniment notre consommation d'énergie ?
 - «Occidentalisation du monde», «mal-développement»

PARTIE II : L'énergie, source de dangers, d'inégalités et d'injustices

3. L'énergie au cœur des déséquilibres mondiaux

(panneau 3)

p 12 - 14

- 3.1 Inégalités dans la consommation d'énergie
- 3.2 Accès aux sources d'énergie : dépendance et enjeux géopolitiques
- 3.3 Faire la guerre pour l'énergie
- 3.4 L'énergie pour faire la guerre : le gouffre des dépenses militaires énergétiques

4- Pollutions, dérèglement climatique et risque nucléaire (panneau 4)

p 15 - 19

- 4.1 Charbon et pétrole : accidents, pollutions et problèmes de santé publique
 - «Coups de grisou» et autres risques liés à l'exploitation des mines de charbon
 - Texaco en Équateur, Perenco au Guatemala, Shell au - Nigéria : «La malédiction de l'or noir»
 - «Marées noires» et dégazage en mer
 - Impacts de l'extraction de pétrole et gaz de schiste* par fracturation hydraulique
 - Pollutions de l'air et santé publique
- 4.2 Les énergies fossiles au cœur du dérèglement climatique
- 4.3 Les risques spécifiques du nucléaire ou le mythe de l'énergie «propre»
 - Les dangers liés à l'extraction de l'uranium
 - Quand le risque d'accident ne peut plus être nié : Three - Mile Island, Tchernobyl et Fukushima
 - Pollution diffuse et débris du nucléaire
 - La question des « faibles doses »
 - La gestion des déchets nucléaires : un casse-tête !
 - Mais qu'est-ce qu'un déchet ?
 - Caractérisation des déchets
 - Où stocker ces déchets ?
 - Combien coûterait un accident nucléaire ?



PARTIE III : Changer de modèle : des alternatives existent !

5-Agriculture et alimentation : tous concernés !

(panneau 5)

p 20 - 24

- 5.1** Agriculture intensive et agro-industrie : des secteurs de plus en plus gourmands en énergie
- 5.2** Agriculture biologique, agriculture paysanne : d'autres modèles
- 5.3** Repenser son alimentation
- 5.4** Lutter contre le gaspillage
- 5.5** Concurrence entre agrocarburants et agriculture vivrière

6-Un accès à l'énergie pour tous (panneau 6)

p 25 - 29

- 6.1** Les enjeux de la précarité énergétique
 - La précarité énergétique en France, une notion récente
 - Les inégalités énergétiques se creusent
 - Les effets de la précarité énergétique
- 6.2** Quelles solutions ?
 - Des solutions d'urgence
 - Des solutions pérennes : repenser l'aménagement du territoire au profit de tous
- 6.3** Quelques exemples
 - Le développement des toits végétalisés
 - Quand urbanisme et transport ne font qu'un : Curitiba au Brésil
 - A Medellin, un téléphérique ranime les quartiers défavorisés
 - «Villes en transition» : l'exemple de Totnes
 - L'approche globale d'une ONG : le GERES

7-Développer les énergies renouvelables (panneau 7)

p 30 - 35

- 7.1** Des énergies nouvelles ou renouvelées
 - La biomasse
 - L'énergie hydraulique
 - L'énergie solaire
 - L'énergie éolienne
 - L'énergie géothermique
- 7.2** Des énergies d'avenir
- 7.3** Des conditions et précautions indispensables
- 7.4** Exemples d'initiatives

PARTIE IV : S'engager dans la transition : une démarche citoyenne et solidaire

8- Un enjeu de démocratie (panneau 8)

p 36 - 42

- 8.1** Des constats préoccupants
 - Le manque de transparence des décisions relatives à l'énergie
 - La mainmise des entreprises multinationales
 - La centralisation du pouvoir et la technicisation des débats
 - Des enjeux particulièrement présents dans le cas du nucléaire
- 8.2** Re-démocratiser les choix énergétiques : à quand une réappropriation des questions énergétiques par les citoyens ?

9- Politiques publiques et choix de société (panneau 9)

p 43 - 46

- 9.1** Maîtriser nos consommations d'énergie : «l'énergie la moins chère est celle qu'on ne consomme pas !»
 - Améliorer l'adéquation entre les formes et les usages de l'énergie
 - Promouvoir l'efficacité énergétique
 - Prendre en compte l'énergie grise
 - Lutter contre «l'obsolescence programmée»
 - Encourager la sobriété
- 9.2** Les scénarios de transition énergétique
- 9.3** Le rôle des politiques publiques, à différents niveaux
- 9.4** Vers une gouvernance mondiale de l'énergie ?

10-Agir individuellement et s'engager collectivement

(panneau 10)

p 47 - 48

- 10.1** Contribuer aux économies d'énergie
- 10.2** Quelques pistes pour aller plus loin

Annexes

- Lexique (*) **p 49 - 50**
- L'énergie dans les programmes du lycée **p 51**
- Proposition de questionnaire pour les lycéens **p 52**
- Données et sources de la cartographie **p 53 - 58**
- Panneaux et cartes au format A4 **autres annexes**

Retrouvez sur www.citim.asso.fr

- les illustrations de l'exposition (pour animer des photos-langage),
- les trois cartes originales présentées dans les panneaux 3, 4 et 8,
- le schéma de distribution de l'électricité en France (voir page 38)
- une proposition de questionnaire à destination des lycéens (voir page 52)
- les fichiers sonores présentant l'exposition et le dossier.

**L'exposition et le dossier sont disponibles en vente ou en prêt.
Renseignements : 02.31.83.09.09 - citim@ritimo.org**

Préambule

Des constats

En ce début de XXI^{ème} siècle, nous mesurons combien le monde a changé depuis moins de deux cents ans. La révolution industrielle et la montée du capitalisme se sont accompagnées d'une croissance de la consommation d'énergie que rien ne semble freiner.

Les pays industrialisés ont bâti pour une grande part leur puissance économique sur les ressources énergétiques de la planète, grâce à des moyens techniques sophistiqués et au besoin en se les appropriant par la force. En ce qui concerne la France, les sources d'énergie non renouvelable (pétrole, gaz, charbon, uranium) sont importées presque en totalité. Dans le même temps, les pays dits «du Sud» ont vu leurs ressources pillées, leur environnement saccagé, sans bénéfice pour les populations ; les pays qui détiennent les sources d'énergie sont le siège d'enjeux et de conflits majeurs (Moyen-Orient, Afrique subsaharienne...).

Parallèlement, la planète entière paie l'addition de notre sur-consommation énergétique, avec des conséquences socio-environnementales particulièrement graves : pollutions, accidents majeurs, conflits, dérèglement climatique global sont parmi les conséquences de nos choix énergétiques actuels.

Face à ces constats alarmants, d'autres choix sont possibles et les solutions alternatives (biomasse*, éolien, petits barrages, solaire thermique et photovoltaïque...) intéressent et interpellent les citoyens que nous sommes. La recherche des économies d'énergie incite les consommateurs à privilégier le covoiturage, à mieux isoler leurs logements et à rechercher des modes de chauffage plus efficaces et moins polluants.

Nous prenons ainsi peu à peu conscience de la nécessité de nous engager dans une «transition énergétique».

Qu'est-ce que la transition énergétique ?

Elle a pour objectif de mettre en place un nouveau modèle énergétique basé sur la sobriété et l'efficacité énergétiques et sur l'utilisation des énergies renouvelables. Elle s'inscrit dans une perspective liée à l'épuisement des ressources et au remplacement à terme des énergies de stock, non renouvelables (pétrole, gaz, charbon, uranium...) par des énergies de flux (éolien, solaire, biomasse*, hydraulique, géothermie*...).

C'est l'occasion de construire, dans un dialogue renouvelé, des alternatives qui permettent aux habitants de la planète de vivre mieux dans un monde plus juste, solidaire et durable.

Une démarche

En 2011, le Citim, centre d'information et de documentation pour la solidarité internationale, membre du réseau Ritimo, entamait une réflexion sur la question de l'énergie, avec les objectifs suivants :

- prendre conscience de l'imbrication forte entre les enjeux énergétiques internationaux et notre propre vécu de consommateurs et de citoyens, du fait de la dépendance de nos modes de vie aux énergies ;
- traiter les enjeux énergétiques de façon systémique, avec, en filigrane, les trois piliers du développement durable (économie, société et environnement), en mettant en perspective les problématiques locales et internationales ;
- faire connaître et soutenir les démarches alternatives, quels que soient les pays ou les continents ;
- informer, sensibiliser les citoyens sur ces questions à travers un support pédagogique.

Des outils d'information : une exposition et un dossier d'accompagnement

Il existe de nombreuses expositions qui traitent de l'énergie. Nous avons souhaité apporter un regard différent et complémentaire, en abordant cette question sous des angles qui rejoignent le «cœur de métier» de l'association : l'information comme outil de mobilisation citoyenne, le croisement du local et du global, la promotion d'un développement solidaire fondé sur une plus juste répartition des ressources de la planète.

Notre démarche s'est construite autour d'une double interrogation :

--> Quelles sont les conséquences de nos choix énergétiques actuels ?

--> Vers quelles transitions voulons-nous et pouvons-nous nous engager ?

L'exposition cherche à répondre à ces deux questions, à travers dix panneaux :

- 1- A contre-courants, une énergie citoyenne et solidaire
- 2- Un modèle énergétique en bout de course
- 3- L'énergie au cœur des déséquilibres mondiaux
- 4- Dérèglement climatique et risque nucléaire
- 5- Agriculture et alimentation : tous concernés !
- 6- Un accès à l'énergie pour tous
- 7- Développer les énergies renouvelables
- 8- Un enjeu de démocratie
- 9- Politiques publiques et choix de société
- 10- Agir individuellement et s'engager collectivement

Destiné à enrichir l'exposition, le présent dossier (en dix chapitres) est structuré autour de quatre idées-force, articulées avec les panneaux :

I- L'énergie, enjeu économique : l'impasse du modèle actuel (panneaux 1 et 2)

Notre mode de vie est basé sur une forte dépendance aux énergies, en particulier les énergies de stock (pétrole, gaz, charbon, uranium) ; le déséquilibre entre besoins et ressources n'est plus tenable.

II- L'énergie, source de dangers, d'inégalités et d'injustices (panneaux 3 et 4)

L'énergie est partagée de manière très inégale ; elle crée des dépendances et alimente les guerres ; la production, le transport et l'utilisation de l'énergie génèrent des pollutions majeures et des risques pour la planète.

III- Changer de modèle : des alternatives existent ! (panneaux 5, 6 et 7)

D'autres modèles sont à inventer ou à développer : une agriculture et une alimentation plus responsables, l'énergie et l'aménagement du territoire au profit de tous, des énergies renouvelables enfin reconnues...

IV- S'engager dans la transition énergétique : une démarche citoyenne (panneaux 8, 9 et 10)

L'énergie est un enjeu politique, plus encore que technique, qui implique des choix de société ; s'engager dans la transition énergétique est une démarche citoyenne à laquelle chacun peut prendre part.

Notre public

Cette exposition s'adresse :

- aux lycéens, étudiants, enseignants, en tant que support aux programmes d'histoire-géographie, de sciences de la vie et de la terre, de physique-chimie, d'économie..., qui abordent la question de l'énergie sous différents angles ;
- aux citoyens et aux décideurs, qui ont à prendre en compte la question de l'énergie dans l'organisation du territoire et du travail ;
- plus largement, à toute personne intéressée, dans le cadre d'animations concernant l'énergie.

Des échanges, pour changer !

La présentation de l'exposition sera l'occasion d'engager des débats dans les lycées et autres lieux de formation, dans les bibliothèques, les centres sociaux ou encore à l'occasion d'animations municipales.

Le présent dossier d'accompagnement, avec une bibliographie et des liens vers des sites internet, offre pour sa part un support pédagogique et une aide pour des présentations autonomes.

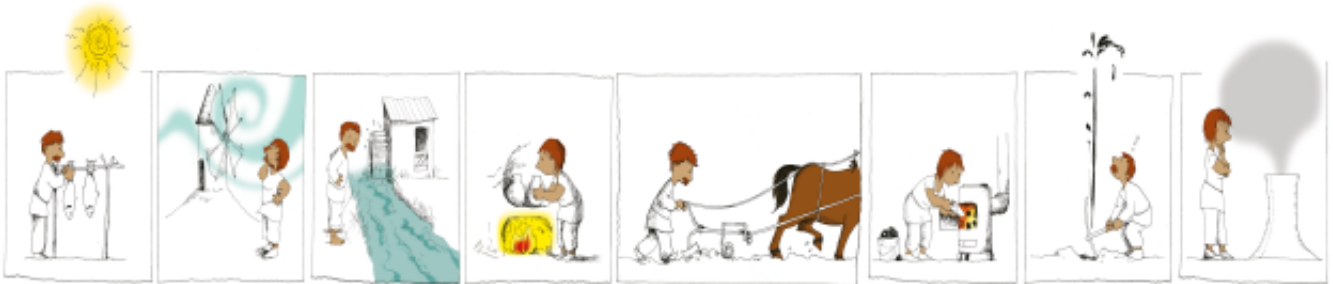
A travers ces deux outils, l'ambition du Citim est de questionner, de susciter les échanges, d'encourager à aller plus loin, pour, peut-être, contribuer à un changement des comportements individuels et collectifs et donner envie de s'engager dans la transition énergétique.



***Nous dédions ce dossier à Pierre Morice, militant du Citim.
"C'est sur la durée qu'on peut juger d'une idée..."***

PARTIE I - L'énergie, enjeu économique : l'impasse du modèle actuel

1. Sources et usages de l'énergie



"A contre-courants, une énergie citoyenne et solidaire" - Expo CITIM Caen 2015 - Graphiste-illustratrice Cécile Dalnoky

Au commencement était le soleil ! L'humanité a d'abord apprivoisé des énergies renouvelables et disponibles localement, puis elle s'est appropriée les énergies concentrées au fil des ères géologiques.

L'énergie, c'est quoi ?

On peut définir l'énergie comme «le moteur» de tous les phénomènes naturels et de toutes les activités humaines. Présente partout, dans le soleil, l'air, l'eau, la terre (et aussi la lune !), elle se manifeste à travers la croissance des plantes, le vent, les marées, les orages, les volcans...

Un concept, des mots

Le concept d'énergie remonte à l'Antiquité. Le mot grec *energeia*, qui signifie «force en action», est lié à l'idée de «travail» ; il est apparenté à l'anglais *to work*, et à l'allemand *werken*. En français, le mot a pris d'abord le sens figuré de force, vigueur, fermeté dans l'action, détermination, vitalité physique.

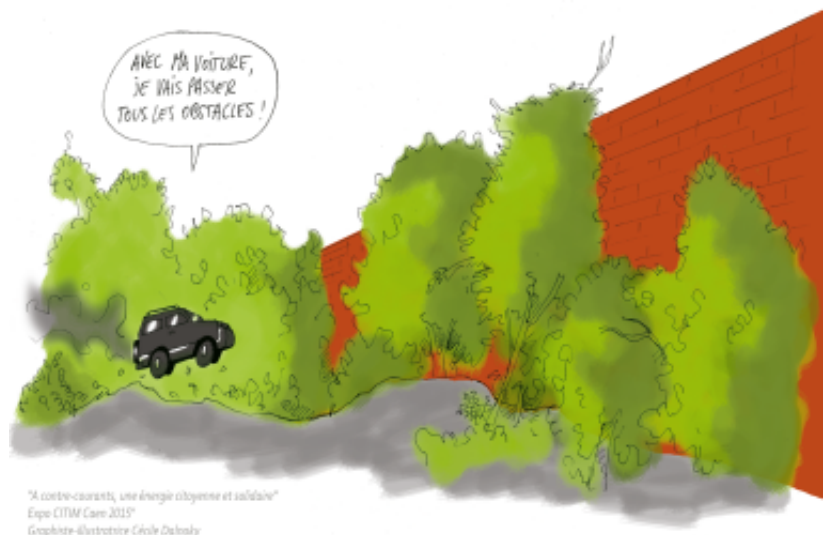
«Le concept moderne d'énergie ne se dégage qu'au milieu du XIX^{ème} siècle, d'abord en anglais (*energy*, 1851) ; le mot apparaît en français en 1854... *Energie* désigne alors les caractéristiques que possède un système capable de produire du travail» (1). Il n'est pas anodin de remarquer que le mot anglais *power* signifie à la fois «puissance, électricité, énergie», au sens physique, mais aussi «pouvoir», au sens politique, ce qui révèle un lien fort entre ces deux notions. **En définitive, est puissant celui qui détient l'énergie !**

(1) Dictionnaire historique de la langue française, Le Robert, Alain Rey, janvier 2000.

Deux grandes familles de sources d'énergie : énergies de stock et énergies de flux

Parallèlement à la force musculaire (humaine et animale), les premières sources d'énergie exploitées par l'homme sont les **énergies renouvelables**, qui constituent un **flux** permanent dans la nature à l'échelle humaine. Le bois de feu (une des formes de la biomasse*) et la force motrice de l'eau et du vent ont été pendant des millénaires les sources d'énergie majeures. L'énergie du soleil, qui nous parvient sous forme de rayonnement, a longtemps été utilisée uniquement sous forme diffuse, par exemple pour sécher viande et poisson (sur les énergies renouvelables, voir également le chapitre 7). Quant à la géothermie, elle est fournie par la chaleur de la Terre.

A l'inverse, les **énergies fossiles** (charbon, gaz et pétrole), de même que l'**uranium** (énergie fissile), sont des énergies «**de stock**», extraites de la croûte terrestre et non renouvelables à l'échelle humaine. A noter que l'**énergie électrique** est issue de la transformation de ces deux grandes sources d'énergie (voir page suivante).



"A contre-courants, une énergie citoyenne et solidaire"
Expo CITIM Caen 2015
Graphiste-illustratrice Cécile Dalnoky

Formes et transformations de l'énergie

L'énergie se présente sous de multiples formes : **biochimique** (photosynthèse, énergie musculaire...), **mécanique**, **calorifique** (thermique), **lumineuse**, **cinétique**, **chimique**, **électrique**, **potentielle** (barrages hydroélectriques...). L'une de ses propriétés essentielles est **de pouvoir passer d'une forme à une autre**.

Le vélo est un bon exemple de la transformation de l'énergie : la source d'énergie est le muscle qui fait avancer le vélo : c'est de l'énergie biochimique. La rotation de la roue, énergie mécanique, permet aussi de faire de la lumière (énergie électrique) par l'intermédiaire d'une dynamo, qui est en fait un alternateur (courant alternatif). Le fonctionnement musculaire, le frottement des roues sur la route et la chaleur de l'ampoule qui brille génèrent à leur tour de l'énergie calorifique.

Usages de l'énergie : transport, chaleur, électricité

On distingue couramment **trois familles d'usage** :

- **les transports** (routiers, ferroviaires et aériens), qui tendent à devenir l'usage majoritaire ;
- **la chaleur** (basse température pour le chauffage et l'eau chaude, haute température pour les process industriels) ;
- **l'électricité à usage spécifique**, pour l'éclairage, l'informatique, l'audiovisuel, l'électroménager, les usages industriels et agricoles...

Les différentes sources d'énergie ne sont pas adaptées à tous les usages : ainsi, le pétrole convient pour la chaleur et les moteurs ; il est moins efficace pour l'éclairage (même si toute une partie de la planète s'éclaire encore à la lampe à pétrole) et totalement inadapté à l'alimentation d'un ordinateur ; il en est de même pour le charbon et le bois. A l'inverse, l'électricité est encore peu adaptée à la circulation automobile.

L'énergie électrique est une énergie «noble» (2), c'est-à-dire facile à transformer et à maîtriser (à l'inverse de la chaleur) ; c'est ce qui explique sa domination. Néanmoins, comme elle est coûteuse à produire, on devrait la réserver à ses usages spécifiques et non au chauffage des bâtiments, pour lequel d'autres énergies ont un meilleur rendement «réel» (bois, fioul, gaz, solaire thermique...).

Énergie primaire, énergie finale, énergie utile et mesure de l'énergie

L'énergie primaire est constituée des sources d'énergie disponibles dans la nature à l'état brut (houille, lignite, pétrole brut, gaz naturel, bois...). **L'énergie finale, facturée au consommateur**, est cette même énergie, transformée par raffinage ou autre mode de conversion. **L'énergie utile est celle dont dispose l'utilisateur** en fonction du rendement de ses propres appareils.

Chaque forme d'énergie **se mesure couramment de manière spécifique, en fonction de ses usages** (kilowatt-heure, litre de fioul, stère de bois...). Historiquement, on a d'abord affecté des unités de mesure particulières aux différentes formes d'énergie (calorie, joule...). Le principe d'équivalence de la thermodynamique a permis de les comparer entre elles au moyen **d'une unité commune, le joule, unité internationale de mesure de l'énergie**. Le joule étant adapté pour mesurer l'énergie à petite échelle (3), il a été convenu par commodité, pour mesurer toutes les sources et les consommations d'énergie **à l'échelle d'un pays, d'utiliser la tep** (tonne équivalent pétrole),

quantité d'énergie fournie par la combustion d'une tonne de pétrole.

Dans le bilan énergétique de la France, en 2013, le total de l'énergie primaire s'élevait à 262 millions de tep, **dont 90% importés**, et l'énergie finale à 165 millions de tep, soit **des pertes de près de 100 millions de tep (4)**.

Notons qu'à la différence de l'Allemagne par exemple, **la France inclut l'électricité d'origine nucléaire dans l'énergie primaire**, bien qu'il s'agisse d'une énergie transformée : logiquement, ce sont les importations d'uranium qui devraient apparaître. **Cette présentation fausse notre taux d'indépendance énergétique, qui est en réalité très faible** (voir panneau 8).

Les lois de la thermodynamique

Le principe de la conservation «quantitative» de l'énergie, formulé vers 1850, est la première loi de la thermodynamique. L'énergie se conserve, mais en règle générale, elle passe de formes dites «nobles» à des formes «dégradées» (**principe d'entropie**, énoncé en 1906). C'est le cas de la chaleur, «forme dégradée de l'énergie». Ainsi, transformer de l'électricité en chaleur (au moyen d'un radiateur électrique par exemple) se fait avec un rendement de près de 100 %. A l'inverse, passer de la chaleur à l'électricité (cas des centrales thermiques ou nucléaires) se fait toujours avec des pertes très importantes (5) (de l'ordre de 67 % pour les centrales nucléaires), auxquelles s'ajoutent les pertes sur les lignes de transport et de distribution.

Connue sous le nom de «**principe de Carnot**», la seconde loi de la thermodynamique est celle de **la transformation de l'énergie**. Elle a été formulée en 1824 par Nicolas Sadi-Carnot dans son ouvrage : «Réflexions sur la puissance motrice du feu», qui analyse le fonctionnement des machines à vapeur et de la force motrice produite par la chaleur.

(2) Presque toutes les formes d'énergie sont des énergies «nobles», c'est-à-dire «ordonnées». A l'inverse, la chaleur (énergie thermique) et le bruit (énergie acoustique) sont des énergies «dégradées» parce que «désordonnées» : elles sont très difficiles (ou impossibles) à transformer. Voir biblio ci-après.

(3) Un joule est l'énergie nécessaire pour élever une masse de 1 kg de 10 cm.

(4) Figurées sur le graphique ci-après par la flèche bleue ascendante (autoconsommation, pertes, rendement de conversion).

(5) Dans le cas des centrales thermiques à charbon ou à gaz, la récupération de la chaleur des procédés industriels (par cogénération ou cycle combiné) permet d'améliorer ce rendement jusqu'à 60 % ou plus, ce qui n'est pas possible dans le cas des centrales nucléaires pour des raisons de sécurité.

P : production nationale d'énergie primaire

DG : déstockage

I : solde importateur

* y compris hydraulique, éolien et photovoltaïque

** énergies renouvelables thermiques (bois, déchets de bois, solaire thermique, biocarburants...) et pompes à chaleur

Notes de lecture :

¹ L'importance des pertes dans le domaine de l'électricité tient à la convention internationale qui veut que l'électricité d'origine nucléaire soit comptabilisée pour la chaleur produite par la réaction, chaleur dont les deux tiers sont perdus lors de la conversion en énergie électrique.

² Pour obtenir le total de l'énergie disponible en France métropolitaine (cf. Annexe - Bilan de l'énergie), il faut déduire des « ressources primaires » le « solde exportateur d'électricité » et les « sources maritimes internationales ».

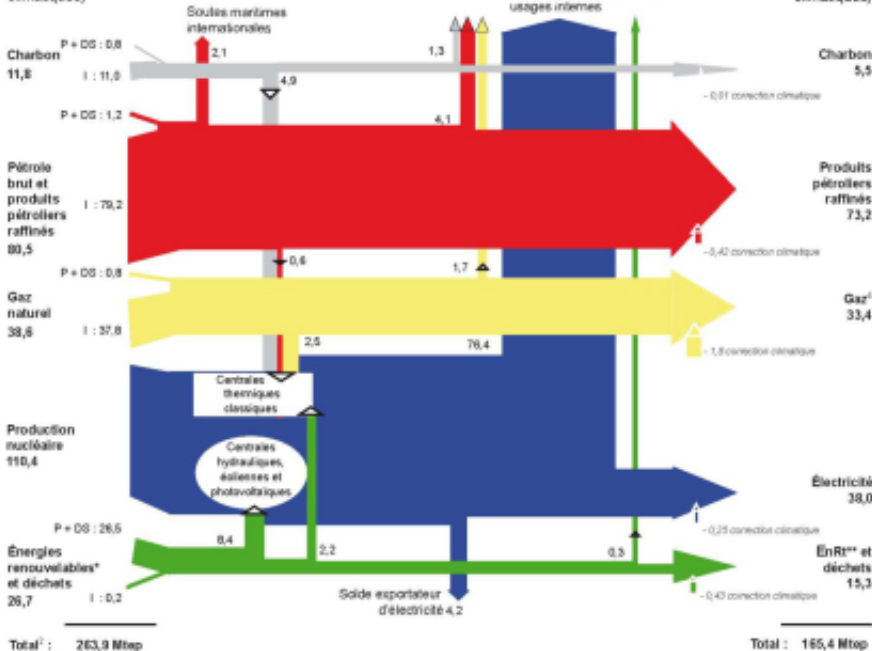
³ Consommation finale égale à la consommation finale énergétique et non énergétique (cf. Méthodologie - Définitions).

⁴ Y compris des quantités très faibles de gaz industriels utilisés dans la sidérurgie.

Ensemble des énergies Bilan énergétique de la France en 2013 (Mtep)

Ressources primaires
(non corrigées des variations climatiques)

Consommation finale³
(corrigée des variations climatiques)



Source : SOeS - bilan de l'énergie 2013

La consommation d'énergie pour le chauffage est plus forte quand l'hiver est plus rigoureux. Les statistiques nationales calculent les consommations d'énergie, soit corrigées, soit non corrigées des variations climatiques.

Pourquoi le chauffage électrique est une mauvaise solution

Promu par les pouvoirs publics dans les années 1970 pour justifier la mise en œuvre du parc nucléaire français, le chauffage électrique est apprécié pour sa facilité d'utilisation et son faible coût à l'installation chez l'utilisateur bien que ce type de chauffage électrique, (convecteur ou radiant électriques), ne soit pas très confortable. Quoi qu'il en soit, que l'électricité soit produite par des centrales thermiques ou nucléaires, l'utiliser pour le chauffage n'est pas approprié. Par exemple, dans une centrale thermique au fioul, la combustion du fioul produit de la chaleur qui est transformée en électricité, qui elle-même est transformée en chaleur dans les habitations au moyen d'un radiateur électrique mais avec un rendement trois fois plus faible que si le fuel avait été brûlé directement dans une chaudière ou un poêle performants (6).

Par ailleurs, la production des réacteurs nucléaires est identique toute l'année et l'électricité ne se stockant pas (7), la demande hivernale est donc difficile à couvrir. A présent, la France a du courant électrique à revendre en été, au moment où il est le moins cher, et elle doit malgré tout en importer en hiver, lors des pics de grands froids ! Paradoxalement, c'est l'Allemagne qui a dépanné la France l'hiver 2012 grâce en particulier à ses parcs éolien, photovoltaïque mais aussi son parc à charbon et à lignite.

On peut également se demander si le chauffage électrique est une solution économique puisqu'on ne connaît pas le coût complet du nucléaire (voir page 14). Ramenée à l'unité de base (le kWh), l'électricité est l'énergie la plus chère devant toutes les autres formes d'énergie (bois, gaz, fioul...). Pour faire accepter cette solution aux ménages français, EDF, avec le soutien de l'État, a dû multiplier les incitations financières et créer un coût d'utilisation artificiellement bas.

Pour ces différentes raisons et aussi parce que le coût de l'électricité pourrait connaître des hausses notables à l'avenir, le chauffage électrique ne devrait être utilisé qu'en appoint.

(6) Même si le radiateur électrique a un rendement de près de 100 %.

(7) A l'exception du stockage hydraulique (énergie potentielle), pratiqué dans les stations de transfert d'énergie par pompage (STEP). L'électricité nucléaire produite mais non utilisée fait fonctionner une turbine inversable. Ainsi l'eau remontée dans le réservoir supérieur sert à fournir de l'électricité «hydraulique» aux moments de forte demande. Voir aussi chapitre 7, L'énergie hydraulique.

2. Un modèle énergétique en bout de course

Depuis la révolution industrielle, la consommation d'énergie n'a cessé d'augmenter, parallèlement à l'utilisation de nouvelles sources d'énergie. Ce modèle de croissance, basé sur un recours massif aux énergies fossiles, et dans une moindre mesure fissiles, entraîne une surexploitation des ressources qui n'est pas tenable à moyen et long termes.

La montée en puissance des besoins énergétiques

Le début de l'ère industrielle (milieu du XVIII^{ème} siècle) est caractérisé par l'utilisation massive du «feu» (8), c'est-à-dire le recours à la combustion pour satisfaire des besoins énergétiques de plus en plus importants. La logique scientifique et technique s'appuie alors sur la foi dans le progrès et la recherche de profits.

(8) *Le choix du feu, aux origines de la crise climatique*, Alain Gras, éd. Fayard, 2007.

Les premiers grands bouleversements énergétiques

Pendant longtemps, l'énergie musculaire humaine et animale, la force motrice de l'eau et du vent ainsi que le bois de feu ont été quasiment les seules sources d'énergie. Peu à peu, des industries textiles et métallurgiques, des verreries apparaissent autour des moulins à eau et des forges.

Cependant, le charbon est connu depuis la plus haute antiquité. Les Chinois l'exploitaient déjà il y a 3000 ans ; Marco Polo (XIII^{ème} siècle) note qu'ils font brûler d'étranges pierres noires pour cuire leurs aliments et chauffer leurs maisons. On sait que des forgerons du IV^{ème} siècle avant J.-C. l'utilisaient au Moyen-Orient. En Europe, les premières mines exploitées l'auraient été au XII^{ème} siècle en Belgique.

Dès le XVI^{ème} siècle, le déboisement est intense en Angleterre pour la fabrication de charbon de bois. Cela incite ce pays, dès le XVII^{ème} siècle, à exploiter de manière intensive ses mines de charbon, qu'on appelle alors «charbon de terre». A la même époque, Colbert prend des mesures pour limiter le déboisement en France : les forêts étaient en effet mises à mal pour produire le bois nécessaire à la marine et à la fonte des milliers de canons que réclamaient les guerres de Louis XIV. En 1757, la création de la Fondation des mines d'Anzin (fusion de plusieurs entreprises minières du nord de la France), amorce la marche vers l'industrialisation.

Les débuts de la révolution industrielle : charbon et machine à vapeur

Le développement de l'usage du charbon vient de progrès techniques successifs qui se sont multipliés et complétés pendant de nombreuses années. En 1690, Denis Papin invente la première machine à vapeur. James Watt (1736-1819) l'améliore, en multiplie les applications pratiques et dépose des brevets.

En même temps la sidérurgie généralise les hauts fourneaux au coke et le procédé Bessemer (1855) permet une production massive d'acier à moindre coût. A partir de là, les machines à vapeur, productrices d'énergie, équipent les engins agricoles, industriels et de transport, l'architecture métallique se répand.

A la fin du XVIII^{ème} siècle, le charbon est donc devenu le moteur de la révolution industrielle, particulièrement en Angleterre. La société britannique, à dominante agricole et artisanale, bascule vers une société industrielle, commerciale et capitaliste. Cette révolution industrielle, avec ses conséquences économiques, sociales, politiques et géopolitiques touche plusieurs pays d'Europe, surtout ceux qui disposent de mines de charbon et de fer. Elle s'installe également hors d'Europe (Etats-Unis, Japon...).

Le développement du chemin de fer (1^{ère} ligne en Angleterre en 1825, en France en 1827) accélère ces phénomènes, facilite la maîtrise des territoires (1^{er} transcontinental aux Etats-Unis en 1869) et multiplie les échanges commerciaux. Les steamers (**bateaux à vapeur**) succèdent aux voiliers. La vapeur a été le mode de propulsion essentiel des bateaux de 1870 à 1950.



Un siècle plus tard, le pétrole et le moteur à explosion

Le pétrole (huile de pierre) est connu depuis l'Antiquité. Là où affleuraient les roches pétrolifères, le bitume était connu pour ses propriétés isolantes. Dans l'ancienne Egypte, le pétrole participait à la momification ; en Mésopotamie, il servait à l'éclairage et à la cosmétique. En 1264, Marco Polo observe à Bakou (Azerbaïdjan) l'exploitation du pétrole de surface en grande quantité.

En Pennsylvanie, dans l'est des Etats-Unis, **le premier puits de pétrole** est foré en 1859. **L'industrie pétrolière va alors se structurer autour de grandes compagnies** comme la Standard Oil (S.O.) de John Rockefeller, fondée en 1870, qui deviendra par la suite Esso puis Exxon Mobil. Hommes et capitaux sont mobilisés pour la prospection et l'installation d'infrastructures lourdes dans des contrées peu accessibles. C'est l'époque de la «conquête de l'Ouest». Avec **l'invention du moteur à explosion** (1876) et de l'automobile, et au XXème siècle **le développement de l'aviation**, puis la disparition des bateaux à vapeur avec l'usage du gazole, **le pétrole, en tant que carburant, voit sa production et sa consommation augmenter beaucoup plus vite que celles du charbon**. Toutefois, ce dernier continuera à approvisionner les locomotives jusqu'à l'avènement de la traction électrique et à alimenter les centrales thermiques ; sa production n'a jamais cessé d'augmenter.

Le gaz naturel

C'est un combustible fossile, présent à l'état gazeux dans des roches poreuses. Son principal composant est le méthane (isolé par Volta en 1776).

Si les Chinois l'utilisent depuis le IVème siècle av. J.-C., si les premières utilisations modernes se font aux Etats-Unis vers 1820, ce n'est qu'à partir de 1950 qu'il suscite un intérêt mondial, près d'un siècle après le pétrole.

En Europe, on utilise le «gaz de ville», dit aussi «gaz d'éclairage», à partir de l'invention de Philippe Lebon en 1786. Ce gaz très toxique est fabriqué à partir de la houille. L'éclairage des rues (Londres, Paris...) se développe dans les premières années du XIXème siècle, puis les usages domestiques se généralisent aussi. En 1951, la découverte du gisement de Lacq (Pyrénées atlantiques) amorce la généralisation de l'usage du gaz naturel en France.

Au début du XXIème siècle, **le gaz naturel représente près de 25 % de l'énergie consommée dans le monde** ; la production s'accroît constamment depuis dix ans avec l'exploitation du **gaz de schiste*** aux Etats-Unis et au Canada (+40 % de 2000 à 2012). Mais sa part en pourcentage reste la même.

Butane et propane, qui ont aussi un rôle important, sont produits à partir du pétrole.

L'électricité issue des énergies fossiles

Les effets de l'électricité ont été repérés depuis longtemps dans l'électricité statique, les orages... Au XVIIIème siècle, les salons s'en amusent, Volta invente la pile qui porte son nom (1800). En 1879, Edison met au point la lampe à incandescence. Des voitures électriques sont créées pendant tout le XIXème siècle, mais la question des batteries et l'arrivée de l'essence et de ses grandes compagnies empêchent leur production en série.

Au début du XXème siècle, l'électricité est devenue une énergie à part entière ; elle entre de plain-pied dans l'ère de l'industrialisation avec le «mariage de la vapeur et de l'électricité», c'est-à-dire les centrales thermiques. La première centrale électrique au charbon est mise en place en 1882. Son principe : la transformation de l'énergie thermique contenue dans la vapeur d'eau en énergie mécanique au moyen d'une turbine, puis en électricité au moyen d'un alternateur. Outre le charbon, le combustible sera bientôt le fioul ou le gaz. Les centrales thermiques au charbon sont encore parmi les sources majeures de production d'électricité dans des pays comme la Russie, la Chine...

L'électricité se stocke difficilement. Il faut donc que production et consommation soient quasiment égales à tout moment. Elle se transporte, mais les pertes sont d'autant plus importantes que la distance est grande d'où la généralisation du courant alternatif qui provoque moins de perte dans le transport et la transformation.

C'est ainsi qu'au XIXème siècle, dans un premier temps, il fallait que les usagers soient à proximité du lieu de production. C'est l'invention puis la généralisation des lignes à haute tension (premières expériences en France par Marcel Deprez en 1883) qui a permis le transport sur longue distance. On a pu ainsi augmenter l'offre et la consommation. La production mondiale double entre 1923 et 1939. En Europe, après la guerre, s'engage l'électrification des campagnes, ainsi que celle des voies ferrées.

L'électricité issue de l'eau et du vent

La force motrice de l'eau des rivières - la houille blanche - est également domestiquée pour produire de l'électricité. En Angleterre, à partir de 1880, une multitude de petites centrales voient le jour. En France, **les grandes installations hydroélectriques** sont développées au cours du XXème siècle ; en 1933, démarre l'aménagement du Rhône pour approvisionner les grandes villes, avec des barrages gigantesques qui seront construits pour la plupart après la guerre. En 1960, plus de la moitié de l'électricité française est d'origine hydraulique. On tente également d'exploiter l'énergie de la mer et des estuaires : **l'usine marémotrice** de la Rance est mise en service en 1966 sur le principe des anciens moulins à marée traditionnels. L'essai ne sera pas renouvelé.

C'est en 1890 que **la première éolienne** dite «industrielle» est fabriquée par un ingénieur danois. Dans les années 1930, cette solution est adoptée en milieu rural dans les grandes plaines américaines. En France, elle peine à décoller ; une éolienne expérimentale pour la production d'électricité a toutefois fonctionné à Nogent-le-Roi, dans la Beauce, de 1955 à 1963. La raréfaction des énergies fossiles et les dangers que représente le nucléaire ont conduit un certain nombre de pays, à partir de 1973, et surtout depuis quelques années, à réhabiliter l'éolien. En France, les éoliennes sont de plus en plus nombreuses, mais représentent une faible part de la production électrique, alors que le Danemark produit ainsi le tiers de son électricité.

L'électricité d'origine nucléaire (énergie fissile)

L'uranium est un métal présent naturellement dans l'écorce terrestre sous deux isotopes U235 (le seul fissile) et U238. Les **premiers essais de fission nucléaire** dans la première «pile atomique» **en 1942 à Chicago** (Enrico Fermi) annoncent la maîtrise de l'atome, mais le **nucléaire militaire**, avec les bombes d'Hiroshima et de Nagasaki, précède dans ses applications le nucléaire civil (voir chapitre 3, page 14).

En France, nucléaire civil et nucléaire militaire ont été développés parallèlement (9). Dès la création du Commissariat à l'énergie atomique (CEA) en 1945, la prospection de l'uranium s'organise sur le territoire, essentiellement dans le Massif central, le Massif armoricain et l'Alsace. Près de 200 sites miniers et huit usines sont ouverts. Les gisements français étant assez petits et pauvres en comparaison des gisements du Niger, du Gabon, de l'Australie et du Canada, la fermeture généralisée des sites sera entamée à la fin des années 1980 et le dernier cessera toute activité en 2001. 76 000 tonnes d'uranium auront malgré tout été produites à partir des sites français (10), dont une majeure partie dédiée aux essais nucléaires (bombe atomique).

Concernant le nucléaire civil, le procédé appliqué consiste à combiner les fissions des noyaux d'atome d'uranium et la réaction en chaîne produit de la chaleur dans de l'eau sous haute pression, transformée en vapeur puis en électricité grâce à un turbo-alternateur. Selon le mot de Bernard Laponche, physicien nucléaire, consultant international dans les domaines de l'énergie et de l'efficacité énergétique : «le nucléaire est le moyen le plus dangereux de faire bouillir de l'eau !»

Le contrôle de la fusion (11) des noyaux d'atomes d'hydrogène fait l'objet de recherches depuis des dizaines d'années (projet international ITER* à Cadarache), avec des budgets faramineux, mais personne ne sait si l'énergie de fusion sera un jour opérationnelle et sans danger.

En France, l'électricité obtenue dans ces réacteurs est rapidement devenue prépondérante par rapport à celle des centrales thermiques et hydrauliques. La promotion de l'énergie nucléaire s'appuie sur celle du tout-électrique (en particulier pour le chauffage et l'eau chaude) et réciproquement.

(9) L'un et l'autre ont besoin d'enrichissement de l'uranium 235 (augmentation de la concentration en minerai utile). Seuls, les pourcentages diffèrent : 3,5 % pour le civil et jusqu'à 92 % pour le militaire (par rapport au taux naturel de 0,7 % dans le minerai).

(10) Pour produire 76 000 t. d'uranium marchand ou «yellow cake», 52 millions de tonnes de minerai ont été extraites ; on a en outre manipulé 166 millions de tonnes de stériles* (roches non utilisées lors de l'extraction de l'uranium, qui peuvent contenir d'importantes quantités de radioactivité naturelle mais ce n'est pas celle qui intéresse les exploitants). Source : L'ACRONIQUE du nucléaire, n°84, mars 2009.

(11) Fission et fusion nucléaires, www.astrosurf.com

Les populations défavorisées et l'environnement paient le prix fort !

L'exploitation de l'énergie est souvent allée de pair avec l'exploitation de la population pauvre et la destruction de son environnement :

- asservissement (voire esclavage) de la main d'œuvre locale dans les pays pauvres ;
- extermination ou relégation des populations autochtones dans des réserves pour laisser le champ libre aux investisseurs ;
- exode rural, massif en Angleterre dès le XVIII^{ème} siècle, qui s'est poursuivi dans les deux siècles suivants pour amener des travailleurs dans les mines et les usines ;
- conditions de travail très éprouvantes dans les mines de charbon de tous pays, autour des puits de pétrole et des mines d'uranium, pour la construction de voies de chemin de fer, de routes, d'oléoducs, dans des contrées hostiles...

Dans le même temps, les "Pays les Moins Avancés" sont tenus à l'écart de l'évolution générale du niveau de vie.

L'impasse du modèle énergétique actuel

Les sociétés industrialisées sont devenues totalement dépendantes du pétrole, du gaz, du charbon et, pour certaines d'entre elles, fortement dépendantes de l'uranium pour la production d'électricité : ces sources d'énergie constituent le moteur de leur croissance. Mais ce moteur s'est emballé pour produire sans limites des biens de consommation, alors que les ressources de la planète sont, elles, limitées.

Les Trente Glorieuses : croissance, plein emploi et gaspillage

Partout dans le monde dit «développé», les entreprises privées productrices et distributrices d'énergie ont mis à profit la période qui a suivi la seconde guerre mondiale. Pendant une trentaine d'années, la reconstruction de l'Europe a stimulé la croissance et l'emploi, avec **une consommation d'énergie sans freins**. Le pétrole du Moyen-Orient coulait à flots ; les nouveaux immeubles, construits à la va-vite sans isolation, bénéficiaient du chauffage et de l'eau chaude pour un coût très faible, et chacun s'équipait d'appareils électroménagers ; la voiture individuelle, rendue indispensable pour la liaison domicile-travail, devenait la règle pour tous les foyers.

En France, en 1946, le gouvernement provisoire met en place de nombreuses réformes, dont la nationalisation des entreprises de plusieurs secteurs-clé : énergie, banques, assurances, transport... Ainsi est créée EDF (Electricité de France), société nationale à vocation de service public, ayant le monopole de la production et de la vente d'électricité. Le but est de mettre l'électricité à la portée de tous. Toutefois, très vite, EDF s'est axée sur une politique de l'offre d'énergie (et de profits comme pour les entreprises privées) et non pas de satisfaction des besoins réels. Une vingtaine d'années plus tard, lorsque l'énergie nucléaire civile a atteint sa maturité, la publicité d'EDF a fait de l'électricité une énergie inépuisable, ouvrant la voie à tous les gaspillages.

Vers un épuisement des ressources énergétiques ?

Energie prépondérante dans le monde, le pétrole a pendant 200 ans été prélevé sans compter dans des nappes faciles à exploiter, qui sont à présent en voie d'épuisement. L'expansion de la voiture individuelle et le choix des transports routiers au détriment des transports ferroviaires ou fluviaux ont été des facteurs majeurs de cette évolution.

Les guerres de 1973 (Israël, Egypte et Syrie) et 1979 (Iran/Irak) ont montré la situation de dépendance des pays importateurs par rapport aux pays producteurs réunis dans l'OPEP (Organisation des Pays Exportateurs de Pétrole), en particulier ceux du Moyen-Orient.

Malgré les premières tentatives de maîtrise de l'énergie, la demande mondiale a continué à croître, d'autant plus que depuis les années 2000, la demande est également boostée par les pays «émergents» (Brésil, Inde, Chine, Afrique du Sud...).

Actuellement, un certain nombre d'experts estiment que le «**pic pétrolier***» est très proche sinon dépassé. La demande va devenir supérieure à l'offre.

Peut-on envisager d'augmenter indéfiniment notre consommation d'énergie ?

Pour maintenir le modèle de consommation et retarder cette fin inéluctable, diverses stratégies faisant appel aux énergies fossiles ont été élaborées :

- **des substituts au pétrole carburant**, soit conventionnels, tels que les schistes bitumineux et le **gaz de schiste***, notamment au Canada et aux Etats-Unis, soit sous la forme d'**agrocarburants*** (canne à sucre au Brésil, colza...), cultivés sur de grandes surfaces, qui détournent des milliers d'hectares de leur vocation alimentaire (voir chapitre 5) ;

- **des substituts au pétrole combustible**, avec un éventuel retour au charbon, sur la base de techniques plus sûres et moins polluantes.

Mais ces combustibles ou carburants ne donnent de l'énergie qu'en produisant du CO₂ et d'autres gaz, grands responsables de l'effet de serre*. Une autre voie est le recours aux **énergies renouvelables** (voir chapitre 7).

Ces solutions ne semblent toutefois pas suffisantes : avec une population mondiale estimée à 9 milliards à l'horizon 2050 (7 milliards en 2014), si le niveau actuel de consommation des pays riches était atteint par tous, la consommation mondiale d'énergie primaire serait de 48 milliards de tep (12 aujourd'hui). Il faudrait quatre planètes ! L'augmentation de la consommation d'énergie dans les pays en développement étant inévitable, l'effort doit nécessairement venir des plus gros consommateurs.





«Occidentalisation du monde», «mal-développement»

Cela pose plus fondamentalement la question des modèles de développement. Aujourd'hui, le niveau de développement économique d'un pays est souvent considéré comme proportionnel à son niveau de consommation d'énergie ; autrement dit, plus un pays est développé, plus il exploite les ressources naturelles pour produire l'énergie nécessaire au niveau de développement recherché. Pourtant, en réalité, un fort niveau d'exploitation des sources d'énergie n'améliore pas toujours le niveau économique du pays et contribue au "mal-développement". Ainsi une exploitation aiguë des ressources naturelles, accompagnée d'une industrialisation polluante, gourmande en énergie et peu efficace ne profite pas aux populations et provoque des dégâts sociaux et sanitaires considérables. Ce mal-développement découle le plus souvent d'un transfert de technologie inadapté, avec l'idée d'un «rattrapage» des pays dits développés : par exemple, des immeubles construits dans des pays tropicaux dépensent beaucoup d'électricité pour leur climatisation ; les constructions en banco (terre crue), qui demandent peu d'énergie mais beaucoup de main-d'œuvre, peuvent être plus adaptées ; les constructions en terre (banco stabilisé notamment) font ainsi l'objet de programmes de recherche et d'innovation.

Tous les pays doivent-ils nécessairement emprunter les mêmes chemins que les pays industrialisés ? N'existe-t-il qu'un modèle de développement basé sur une consommation effrénée d'énergie ? L'impasse du modèle dominant plaide en faveur de la recherche de nouveaux modes de développement.

Bibliographie

- *L'énergie en état de choc*, Jean-Marie Chevalier, Olivier Pastre, Gérard Mestrallet, éd. Eyrolles, 2015.
- *Bilan énergétique de la France en 2013*, Commissariat général au développement durable, Références, juillet 2014.
- *Autour de la transition énergétique : questions et débats d'actualité*, Les Cahiers de Global Chance, n° 35, juin 2014.
- *Réserves de pétrole et de gaz : certitudes et incertitudes*, blog de Pierre Papon, 23 mai 2014.
- *Energies et minerais, des ressources sous tension*, Bernadette Mérenne-Schoumaker, Documentation photographique, La Documentation française, dossier n° 8098, mars-avril 2014.
- *Chiffres clés de l'énergie*, édition 2013, Commissariat général au développement durable, Repères, février 2014.
- *La situation énergétique de la France : état des lieux*, Les Cahiers de Global Chance n° 33, mars 2013.
- *L'Événement Anthropocène, La Terre, l'Histoire et nous*, Christophe Bonneuil et Jean-Baptiste Fressoz, éd. Le Seuil, 2013.
- <http://www.statistiques.developpementdurable.gouv.fr/publications/p/2101/969/bilan-energetique-france-2013.html>
- *Atlas des énergies mondiales, Un développement équitable et propre est-il possible ?* Bertrand Barré, Bernadette Mérenne-Schoumaker, éd. Autrement 2011.
- *Classer les différentes formes d'énergie - Energie noble et énergie dégradée*, thiers.stephane.free.fr/energie A4.htm
- *Energie Choix Futur*, blog de Pierre Papon : pierrepapon.fr.
- *L'ACRONique du nucléaire*, n°84, mars 2009.
- *L'énergie à l'heure des choix*, Pierre Papon, éd. Belin, 2007.

PARTIE II - L'énergie, source de dangers, d'inégalités et d'injustices

3. L'énergie au coeur des déséquilibres mondiaux

L'énergie est au cœur des inégalités mondiales, avec des différences importantes en matière de consommation et d'approvisionnement. L'accès aux sources d'énergie et leur transport sont à l'origine de conflits internationaux et de tensions locales dans de nombreux pays. Parallèlement, les guerres occasionnent de lourdes dépenses énergétiques. L'imbrication du nucléaire civil et militaire y ajoute un jeu dangereux.

Accès aux sources d'énergie : dépendance et enjeux géopolitiques

Tous les pays ne sont pas logés à la même enseigne en matière d'accès aux sources d'énergie, pour **des raisons où se combinent la démographie, la taille des gisements et les modèles économiques et de consommation.**

Certains, comme la Chine, ont été longtemps pratiquement autonomes, ce qui n'est plus le cas actuellement parce que la consommation augmente sous l'effet de l'élévation du niveau de vie et de l'industrialisation à des fins d'exportation.

D'autres, comme les pays du Golfe (Arabie Saoudite et Qatar), dont la population est faible, ont des besoins réduits par rapport à leur production et donc une grosse capacité d'exportation.

D'autres encore, comme de nombreux pays d'Afrique, auraient des besoins importants mais leur population est trop pauvre pour acheter l'énergie au prix du marché.

Si les «crises énergétiques» (le «choc pétrolier» des années 1970, mais aussi la crise actuelle) ont touché les économies occidentales, les pays les plus affectés par le renchérissement du prix du pétrole ne sont pas les pays dits «riches et industrialisés» mais les pays en développement, qui consacrent à l'importation des produits pétroliers une part beaucoup plus importante de leurs faibles ressources.

Dans ces pays, les habitants ne retirent souvent aucun bénéfice de «l'or noir» (pétrole) ou de l'uranium extraits de leur territoire ; ces ressources, qu'une minorité s'est accaparée, ont au contraire accru les inégalités sociales. C'est entre autres le cas du Nigeria, du Congo et du Guatemala pour le pétrole, du Niger pour l'uranium. Enfin, des pays comme la France et le Japon sont partiellement ou totalement dépendants de leurs importations. Les États-Unis, pour leur part, privilégient les importations afin de préserver leurs propres réserves.

Ce décalage entre pays producteurs et pays importateurs, entre lieux d'extraction des sources d'énergie fossile et fissile et lieux de consommation, est générateur de dépendances et donc d'enjeux géopolitiques.

Des tensions peuvent notamment apparaître pour le contrôle de ports ou de passages maritimes, en particulier avec le Moyen-Orient et dans les détroits (Ormuz), ou encore pour le passage de pipelines.

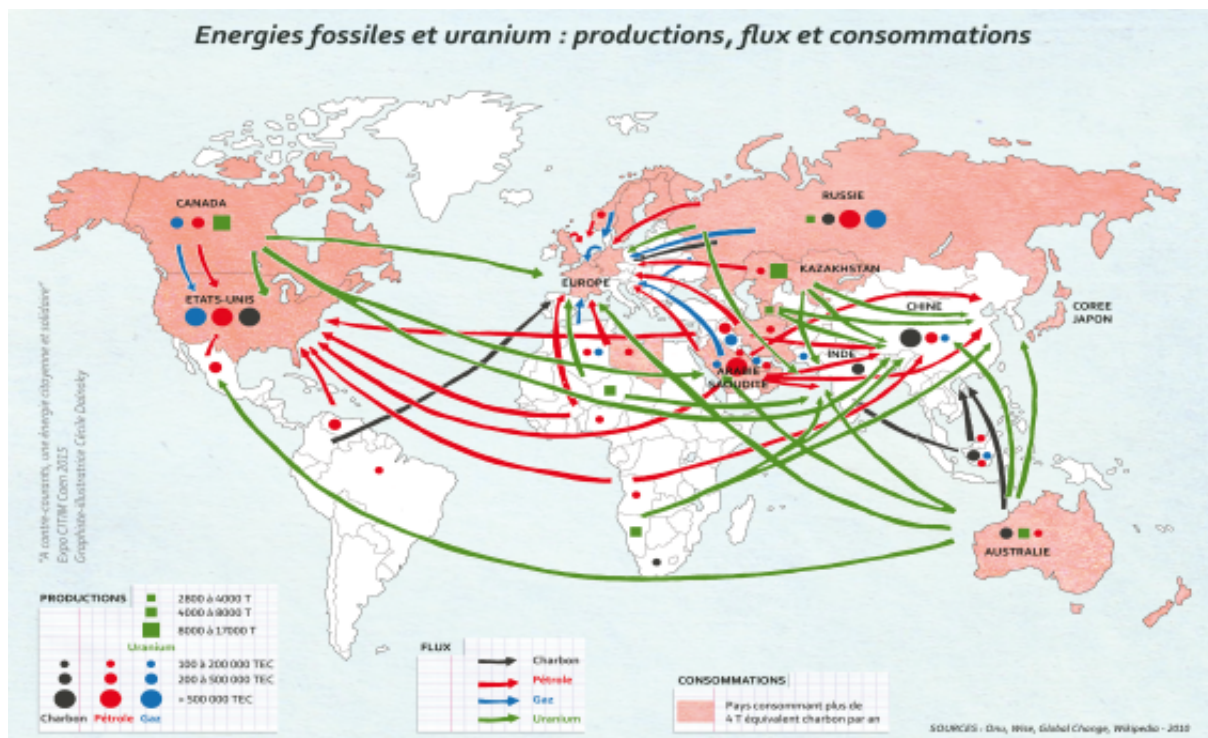
Les dirigeants des pays dits «occidentaux» (Etats-Unis, Canada, Europe de l'Ouest, Japon) cherchent à acquérir l'énergie au tarif le plus bas. Pour cela, ils déploient des stratégies qui vont jusqu'à générer des guerres : lorsque la négociation et les pressions politiques et économiques ne suffisent pas, la force est utilisée. Ces problèmes vont s'accroître avec la raréfaction des sources d'énergie.

Inégalités dans la consommation d'énergie

Actuellement, le tiers des habitants de la planète n'a pas accès aux sources d'énergie «modernes» (électricité, carburant, gaz) : 80 % de la population mondiale ne consomme que 40 % de l'énergie totale utilisée. La consommation d'énergie par an et par habitant est d'environ 7 tonnes équivalent pétrole (tep) aux États-Unis, contre 4 en France, 2 en Chine, 0,2 au Sénégal ou encore au Bangladesh.

Ainsi, une des questions énergétiques majeures au niveau mondial est la fourniture d'énergie aux populations qui n'y ont pas accès. L'aspiration à des conditions de vie décentes et au confort est légitime et un long chemin reste à parcourir pour que les droits économiques, sociaux et culturels, y compris le droit à l'énergie, soient reconnus à tous les habitants de la planète.





La répartition inégale des sources d'énergie sur la planète et les décalages entre leur provenance et les lieux de consommation génèrent des transports importants d'énergies fossiles et d'uranium, et donc aussi des risques de pollution (marées noires, fuites de gaz...).

Faire la guerre pour l'énergie

Au Moyen-Orient notamment, région riche en pétrole et en gaz, **de nombreux conflits ont été ou sont liés à des enjeux d'accès à l'énergie** :

- **1956-57** : l'Egypte, tout juste libérée des Anglais, nationalise le canal de Suez. Panique en Europe : la route du pétrole va-t-elle être coupée ? La France, l'Angleterre et Israël affrontent l'Egypte soutenue par l'URSS, qui menace d'utiliser l'arme atomique. La route du pétrole saoudien sera finalement libérée huit mois plus tard.

- **1990-1991** : dans les années 1970, avec 60 % des réserves mondiales de pétrole, le golfe arabo-persique est devenu un point névralgique pour l'équilibre mondial. A la fin de la guerre avec l'Iran, l'Irak est ruiné et très endetté. Saddam Hussein envahit le Koweït voisin, petit Etat indépendant riche comme lui en pétrole. Le conseil de sécurité de l'ONU réagit et exige le retrait. Une logique de guerre s'installe. Les bombardements opérés par les Etats-Unis et leurs alliés, notamment le Royaume-Uni et la France, contraignent l'Irak à se retirer du Koweït.

- **2003-2011** : les Etats-Unis déclenchent une nouvelle guerre contre l'Irak, avec pour objectifs affichés de lutter contre le terrorisme, de confisquer des armes de destruction massive et de renverser Saddam Hussein pour instaurer la démocratie. Des documents récemment déclassifiés ont toutefois montré que l'accès au pétrole irakien était en réalité le principal objectif des dirigeants états-unis.

Les tensions dans plusieurs pays africains trouvent également leur origine dans la présence de ressources naturelles (pétrole, uranium et autres minerais).

L'énergie pour faire la guerre : le gouffre des dépenses militaires énergétiques

Guerre et énergie sont doublement liées. Autrefois, il était fréquent de piller les récoltes pour nourrir les soldats et les chevaux. **Les guerres et les conflits contemporains occasionnent à présent des dépenses d'énergie hors de proportion.**

Lors de la guerre de 1914-1918, le pétrole a joué un rôle crucial. Dès 1911, Winston Churchill avait pris l'avantage sur l'Allemagne, dont les navires fonctionnaient encore au charbon, en convertissant la Royal Navy au pétrole du Moyen-Orient. Avec «les taxis de la Marne» en septembre 1914, les camions mobilisés à Verdun en 1917, et une armée américaine totalement motorisée, le pétrole est devenu en quatre ans une composante indispensable de la guerre.

Pendant la guerre de 1939-1945, la fabrication et l'utilisation d'armes lourdes, de chars, de bombardiers et de moyens de transport ont été extrêmement énergivores. La disponibilité en carburant a été une des clés de la victoire des Alliés en 1945.

Depuis la fin de la seconde guerre mondiale, la surenchère sur la puissance des armes a conduit les Etats les plus riches à concentrer l'énergie dans des armes nucléaires doublement destructrices (dégâts matériels et humains démultipliés joints à la permanence des effets de la radioactivité). Au Moyen-Orient, pendant la deuxième guerre d'Irak, les puits de pétrole ont été bombardés et des quantités énormes de combustible ont brûlé en pure perte.

Nucléaire, armement et énergie

Tous les pays dotés de la technologie nucléaire ont commencé par la bombe !

L'usage militaire de l'énergie nucléaire a en effet précédé son utilisation civile :

- **6 août 1945 : bombe A à l'uranium enrichi, lancée par les Etats-Unis sur Hiroshima** : son principe est voisin de celui des centrales nucléaires à fission de l'uranium ;

- **9 août 1945 : bombe au plutonium sur Nagasaki** : son principe préfigure les centrales nucléaires fonctionnant au MOX (combustible constitué d'environ 7 % de plutonium et 93 % d'uranium appauvri).

- **Quant à la bombe H** mise au point en 1952 par les Etats-Unis, elle serait le précurseur des centrales à fusion (ITER*...).

Après les États-Unis, dans le contexte de la « guerre froide » des années 1950, l'URSS, le Royaume-Uni, la France, la Chine et Israël ont successivement mis au point leurs propres bombes.

Sachant qu'une guerre nucléaire à grande échelle signifierait la fin de l'Humanité, il est peu probable (mais pas impossible) qu'un chef d'État en prenne l'initiative. Cependant, l'opinion publique sous-estime le risque d'utilisation des armes nucléaires. Celui-ci est pourtant réel, qu'il advienne de manière volontaire ou à la suite d'un accident. Nous sommes à plusieurs reprises passés à deux doigts d'un conflit nucléaire et de nombreux accidents ont déjà eu lieu aux quatre coins du globe. Mais l'opacité absolue qui entoure le nucléaire militaire fait que ces informations ne sont pas ou peu diffusées.⁽¹²⁾

Par ailleurs, des bombes à ogives dotées d'uranium appauvri ⁽¹³⁾ ont déjà été utilisées dans des conflits récents (Serbie, Palestine entre autres), avec des effets sévères sur les populations. Enfin, ce type d'armement ainsi que l'ensemble du dispositif de la dissuasion nucléaire pèsent très lourd dans le budget des États.

Nucléaire civil et nucléaire militaire : un jeu dangereux

Le TNP (Traité de non-prolifération des armes nucléaires), signé en 1968, concerne actuellement 188 États sur 193 (voir carte panneau 4). On pourrait dire qu'il s'agit d'un progrès qui va dans le sens de la paix. Pourtant, et à rebours de l'histoire du nucléaire, c'est aujourd'hui la maîtrise de la technologie civile qui place une quarantaine de pays signataires du TNP en capacité de produire des armes nucléaires en quelques années. De la maîtrise de la filière du nucléaire civil à la fabrication d'armes nucléaires et à leur modernisation, il n'y a en effet qu'un pas.

Actuellement, 8 000 bombes, détenues par neuf pays (Russie, États-Unis, France, Chine, Grande-Bretagne, Israël, Pakistan, Inde et Corée du Nord), sont en état d'alerte permanente. Ces pays considèrent leur situation comme un fait acquis, alors que ceux qui sont nouvellement dotés du nucléaire civil se voient interdire l'accès au nucléaire militaire. L'imbrication du nucléaire civil et du nucléaire militaire est ainsi devenue source de conflits : l'Iran soutient que sa recherche nucléaire est exclusivement à usage civil, ce que contestent les États-Unis ; la Corée du Nord, dont le régime se pense menacé par les États-Unis, se livre à un chantage à la bombe...

⁽¹²⁾ Voir aussi : *L'explosion d'une bombe atomique, risque pas si virtuel au XXI^e siècle*, AFP, Vienne, Autriche, 10/12/2014.

⁽¹³⁾ Il s'agit d'obus à propriétés perforantes considérables, avec des conséquences sur les populations en raison de la toxicité du métal.

Bibliographie

Le véritable coût

Pour évaluer réellement le coût (à la fois monétaire et énergétique) du nucléaire civil, il faudrait tenir compte :

- du coût d'extraction de l'uranium et de son transport ;
- du coût de la fabrication des milliers de tonnes de béton de chaque réacteur ;
- du coût de l'enrichissement de l'uranium et du fonctionnement des centrales (qui consomment notamment beaucoup d'électricité) ;
- du coût de la maintenance et du démantèlement de chaque centrale ;
- du coût de l'enfouissement en grande profondeur des déchets ou de leur traitement en surface.

Sans compter les coûts liés aux impacts écologiques (voir chapitre suivant).

- *Nucléaire : faut-il que ça pète pour qu'on l'arrête ?* Michel Bernard, Silence n°443, mars 2016.

- *Nucléaire, un mensonge français. Réflexions sur le désarmement nucléaire*, Paul Quilès, 2012.

- *Avenir radieux, une fission française*, Nicolas Lambert, 2012.

- *Pour en finir avec l'arme nucléaire*, Pierre Villard, 2011.

- *Dictionnaire des risques*, sous la direction d'Yves Dupont, 2007.

Sitographie

- IRSN : www.irsn.fr

- ACRO : www.acro.eu.org

- CRIIRAD : www.criirad.org

- Le Mouvement de la Paix : www.mvtpaix.org

- Association des médecins français pour la prévention de la guerre nucléaire : amfpgn.org

4. Pollutions, dérèglement climatique et risque nucléaire

L'exploitation, le transport et l'utilisation des énergies fossiles sont sources de dangers pour l'environnement et la santé des populations. Pour autant, le nucléaire ne peut être considéré comme une alternative, puisque dans cette filière aussi, chacune des étapes entraîne son lot de préjudices pour la santé et/ou l'environnement.

Charbon et pétrole : accidents, pollutions et problèmes de santé publique

«Coups de grisou» et autres risques liés à l'exploitation des mines de charbon

Les «coups de grisou», ces **explosions accidentelles d'un gaz à effet de serre, le méthane, qui se dégage des couches de charbon**, ont toujours accompagné l'exploitation des mines. En France, le coup de grisou le plus meurtrier a eu lieu en 1906 dans la mine de Courrières (Pas-de-Calais), pourtant Prix international de sécurité à l'époque ! Il fit 1 200 victimes. De tels accidents se produisent encore actuellement dans les pays producteurs de charbon (Chine, Russie...). Les **inondations** et les **éboulements** s'ajoutent aussi à la **silicose*** qui provoque la mort prématurée des mineurs.

Texaco en Équateur, Perenco au Guatemala, Shell au Nigéria : «La malédiction de l'or noir»

Pendant 40 ans, la compagnie pétrolière états-unienne Texaco, absorbée ensuite par Chevron, a exploité en Equateur de grands gisements et laissé un paysage de désolation, sans le moindre bénéfice ni dédommagement pour la région. Des résidus toxiques ont été enfouis à la hâte et laissés sur place, ce qui a rendu l'eau impropre à la consommation. Les populations locales vivent sur des terres imbibées de pétrole. C'est là qu'on enregistre les plus forts taux de cancers du pays.

Depuis 2001, Perenco, société pétrolière franco-britannique, exploite au Guatemala des puits situés dans la réserve naturelle de la Laguna del Tigre, la plus grande zone humide d'Amérique latine, protégée depuis 1989. L'exploitation pétrolière y est interdite. Et pourtant, la filiale guatémaltèque de Perenco a obtenu en 2010 le renouvellement de son contrat pour 15 ans, alors que l'eau est polluée et que les populations indigènes se battent pour faire reconnaître leurs droits.

Depuis 50 ans et dans le plus grand silence, 40 000 tonnes de pétrole brut s'échappent chaque année de centaines d'oléoducs rongés par la rouille, dévastant les sols, l'air et l'eau, ruinant la faune et la flore du delta du Niger. L'un des oléoducs a répandu du brut pendant des mois. L'entreprise Shell, prévenue dès le premier jour, a réagi tardivement. Forêts et terres agricoles ont alors été recouvertes d'une couche brillante de liquide huileux. Les puits d'eau potable ont été pollués. La résistance des agriculteurs et des

pêcheurs s'est heurtée à la répression sanglante des compagnies pétrolières et de l'armée nigériane. En janvier 2013, le tribunal international de La Haye a déclaré que la société mère, Shell, n'avait aucune obligation d'empêcher sa filiale, Shell Nigeria, de «faire du tort à des tiers» !

Impacts de l'extraction de pétrole et gaz de schiste* par fracturation hydraulique

Le Dakota du Nord connaît depuis 2007 un développement rapide de l'exploitation pétrolière par fracturation hydraulique ou «fracking», ce qui en a fait le deuxième Etat producteur de pétrole des Etats-Unis. En 2011, une agricultrice a rendu publics les problèmes imputables à cette activité, constatés sur sa propre santé et celle de ses animaux. Le fracking consiste à injecter à 3 km sous terre d'énormes quantités d'eau, de sable et de détergents chimiques sous pression. Le pétrole qui jaillit est accompagné d'un déchet, la «saumure», composée entre autres d'hydrocarbures et de métaux lourds radioactifs arrachés à la croûte terrestre. Les fuites des puits d'extraction ou la mauvaise gestion de la saumure génèrent des pollutions de l'air, de l'eau et des sols, qui aggravent l'effet de serre* (émanations de méthane) et provoquent des atteintes sérieuses à la santé, y compris neurologiques.

Qu'il s'agisse de pétrole ou de gaz de schiste*, le procédé et les impacts sont analogues. Dans les deux cas, les droits des agriculteurs et des riverains sont systématiquement bafoués au profit d'une course à la rentabilité maximum.

Bibliographie "Climat et autres pollutions"

- *Atlas des migrations environnementales*, Dina Ionesco, Darai Mokhnacheva, François Gemenne, éd. Presses de Sciences Po, 2016/03.
- *Zéro Fossile : Désinvestir du charbon, du gaz et du pétrole pour sauver le climat*, Nicolas Haeringer, éd. Les Petits Matins, 2015.
- *BRUT : La ruée vers l'or noir*, David Dufresne, Mélina Laboucan-Massimo, Rudy Wiebe, éd. Lux, 2015.
- *Climatosceptiques : La guerre du climat*, film documentaire de Laure Noualhat et Franck Guérin, 2015, 52 mn.
- *Pétrole et gaz de schiste : plus dommageables qu'on le croyait ?* Normand Grondin, m.radio-canada.ca, 17/06/2014.

«Marées noires» et dégazage en mer

La marée noire provoquée le 22 avril 2010 par l'explosion de la plate-forme pétrolière de l'entreprise BP («Deepwater Horizon»), au large de la Louisiane, est considérée comme la pire de l'humanité. 585 000 tonnes de pétrole brut se sont répandues dans le golfe du Mexique. BP a plaidé coupable pour une faute professionnelle ayant causé la mort de 11 personnes et a été condamné à payer une amende de 4,5 milliards de dollars (14).

Depuis le Torrey Canyon en 1967 sur la côte bretonne, **les échouages de navires pétroliers** sont toujours extrêmement fréquents. Sous pavillons de complaisance (Liberia, Malte, Bermudes, Panama...), implantés avec l'aval des pays développés, les armateurs font naviguer des «épaves flottantes», jusqu'au naufrage. Par ailleurs, chaque année, **le dégazage sauvage en mer** (15) représente huit fois le déversement du brut dans le golfe du Mexique.

Pollutions de l'air et santé publique

La combustion «ordinaire» des énergies fossiles (y compris sous forme de carburant) est également source de polluants – monoxyde de carbone (CO), oxyde d'azote (NOx), hydrocarbures imbrûlés, particules... – **qui dégradent la qualité de l'air et sont la cause de maladies respiratoires ou de leur aggravation**. La combustion du bois participe à cette pollution lorsqu'elle est pratiquée à l'air libre ou au moyen d'appareils peu performants ou mal réglés.

Les énergies fossiles au cœur du dérèglement climatique

Les activités humaines génèrent des gaz à effet de serre* (GES) qui influent sur la composition de l'atmosphère. Le climat change, ce qui est dans l'ordre des choses, mais aujourd'hui plus rapidement qu'il ne devrait, en raison **d'un effet de serre aggravé**. Une des causes principales : **l'augmentation des émissions de dioxyde de carbone (CO₂), liée à la combustion accrue de charbon et de pétrole dans de mauvaises conditions**. Ces émissions sont passées de 200 millions de tonnes par an en 1850 à près de 32 milliards de tonnes en 2012 (16). Outre les dangers pour la santé des humains, le CO₂ participe à **l'élévation de la température moyenne du globe**. Les émissions de CO₂ s'ajoutent aux autres gaz à effet de serre responsables du dérèglement climatique, en particulier le méthane. L'incidence du bois que l'on brûle dans de bonnes conditions est différente de celle des combustibles et carburants fossiles puisque la croissance du bois recycle en permanence le CO₂. **La déforestation** aggrave donc la situation, par sa capitalisation lors de la photosynthèse (17 et 17 bis). Les transports sont en France les premiers responsables de l'aggravation de l'effet de serre, du fait de la grande quantité de carburants qu'ils consomment. **Les véhicules particuliers représentent plus de la moitié des émissions de CO₂ du secteur des transports**. Par ailleurs, **le méthane (gaz naturel) est un gaz à effet de serre qui se situe en deuxième position**

pour l'importance de ses impacts parmi ceux émis par l'homme : environ un tiers des émissions de méthane proviennent du secteur énergétique (fuites de gaz, grisou des mines) (18).

Selon les scientifiques du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat), en l'absence d'interventions significatives, **la température moyenne du globe pourrait s'élever de 1,1 à 6,4°C en 2100**.

Les effets de ce dérèglement sont désormais bien connus :

- modification (non homogène) de la température du globe, du cycle de l'eau et des climats ;
- fonte des glaciers, élévation du niveau de la mer et inondations... ;
- aggravation des tempêtes et ouragans, canicules, sécheresses ;
- impacts sur le vivant (cycles végétatifs et espèces animales perturbés, baisse des rendements agricoles pouvant engendrer des crises alimentaires, augmentation de certaines maladies...).

Un des phénomènes les plus redoutés est **la montée des eaux**. La moitié de la population mondiale réside sur les zones littorales. Les côtes densément peuplées de pays comme le Bangladesh, les Pays-Bas, et de petites îles comme les Maldives ou les Îles Marshall, sont extrêmement vulnérables : des millions de personnes («réfugiés climatiques») pourraient être conduites à l'exode. La montée des eaux pourrait également avoir pour conséquences la perte de terres cultivables, ou encore la salinisation des deltas et des nappes phréatiques côtières. Le manque d'eau potable deviendrait alors source de tensions entre communautés.

Les risques spécifiques du nucléaire ou le mythe de l'énergie «propre»

Depuis les premières manipulations du radium et l'utilisation des rayons X, le lien entre nucléaire et santé n'est plus contestable. **Les risques les plus identifiés sont les cancers et les malformations des bébés exposés in utero** (largement déduits de l'expérimentation animale).

Les dangers liés à l'extraction de l'uranium

L'extraction de l'uranium et sa concentration en «gâteau jaune» (yellowcake) (19) n'est pas sans **risques pour les ouvriers miniers**. En Allemagne de l'Est, la société germano-soviétique Wismut, créée en 1946 et fermée en 1990, employait 120 000 personnes, souvent atteintes de cancers broncho-pulmonaires aujourd'hui. Présentée comme une entreprise minière classique, elle a extrait assez d'uranium pour fabriquer 32 000 bombes atomiques. Près de 99% de la roche extraite, d'aucune utilité, a été entassée en terrils saturés d'éléments toxiques et radioactifs, les stériles*. **Leur dépollution** est loin d'être achevée. En France, un certain nombre de sites de moindre importance connaissent la même évolution, notamment en Bretagne et dans le Massif central.

La situation est encore plus critique lorsque les stériles* sont utilisés dans des lieux accessibles au public, tels que le parking du stade de Gueugnon (Saône-et-Loire) ou sur des «parcours de santé». S'y ajoute le problème de la **pollution irrémédiable des cours d'eau et des terres sur les lieux d'extraction (20)**.

Quand le risque d'accident ne peut plus être nié : Three Mile Island, Tchernobyl et Fukushima

En 1979 déjà, un accident dans la centrale nucléaire de Three Mile Island conduisit les États-Unis à abandonner la construction de nouvelles centrales.

Près de 30 ans après le début de la catastrophe de la centrale nucléaire de Tchernobyl en Ukraine le 26 avril 1986, **le décompte des personnes contaminées est toujours impossible à établir**. Le Comité scientifique des Nations Unies sur les effets des radiations atomiques (UNSCEAR) affirme que seuls 28 liquidateurs sur les 535 000 seraient décédés par irradiation aiguë. Mais selon un rapport exhaustif diffusé par l'Académie des sciences de New-York en 2010, la catastrophe aurait causé la mort de plus de 110 000 liquidateurs et induit plus de 980 000 décès (cancers de la thyroïde et leucémies essentiellement). Le «nuage» de Tchernobyl pourrait également être responsable de nombreux cancers de la thyroïde en Europe **mais il est difficile de quantifier de façon précise les effets de l'exposition chronique aux substances radioactives** produites lors de l'explosion du réacteur (21).

Quant à Fukushima, la catastrophe a démontré qu'au Japon, pays pourtant en pointe sur l'énergie et sur de nombreuses technologies, beaucoup de choses n'ont pas fonctionné. Des experts avaient dénoncé par avance les aléas sismiques, les risques d'inondation et de possibles incidents de fonctionnement. Sans être entendus. Le bilan des dégâts humains et environnementaux n'a pas été établi mais le nuage radioactif s'est répandu sur tout l'hémisphère nord et les rejets liquides continuent de contaminer l'océan Pacifique.

On pourrait penser qu'une fois la catastrophe arrivée, l'unanimité se serait faite sur la nécessité

d'appliquer le principe de précaution à tous les sites nucléaires et de limiter, voire d'annuler, les projets futurs de centrales. Ce n'est pas le cas. Si quelques pays ont pris des décisions en ce sens (Allemagne, Italie...) et qu'on observe un recul global du parc nucléaire mondial, certains pays font au contraire le choix de développer leur parc nucléaire (Chine, Russie, France). Au Japon, la population résiste aux injonctions du lobby nucléaire mais en France, alors que l'arrêt définitif et le démantèlement de la centrale de Fessenheim en Alsace (située à la fois sur une faille sismique et dans une zone inondable) avait été un engagement du candidat Hollande à la présidentielle de 2012, diverses pressions retardent cette décision.

Les principaux parcs nucléaires dans le monde

Au 1er janvier 2013, le premier parc national de centrales nucléaires était celui des États-Unis (104 réacteurs nucléaires pour une puissance de 102 GW) ; vient ensuite la France (58 réacteurs nucléaires pour une puissance de 63 GW). La Chine, qui dispose de 16 réacteurs en service totalisant une puissance installée de 12,9 GW, a lancé la construction de 29 nouveaux réacteurs, soit 30 GW.

Pollution diffuse et dénis du nucléaire

On connaît depuis longtemps **les risques des radiations ionisantes**. Les travailleurs du nucléaire civil, ainsi que certains professionnels de la santé, font partie des personnes concernées par ces risques. En France, plus de 350 000 personnes sont dites «exposées». Il existe des «valeurs-limite annuelles» d'exposition qui ne doivent pas être dépassées et, au titre du «principe d'optimisation», tout doit être fait pour rester très en-dessous. Quant à la **contamination interne (22)**, source de fortes inquiétudes parmi les travailleurs, on doit à tout prix l'éviter mais, dans la pratique, la communication sur ces données n'est que très partielle. Les salariés en sous-traitance et les intérimaires ne sont pas toujours informés ou en mesure de respecter la réglementation. Que dire des pays où la législation du travail est moins contraignante ?

(14) www.notreplanete.info/actualités/actu_2527_pire_maree_noire.php (29/09/2010 ; révision 16/11/2012).

(15) "Le dégazage est l'évacuation des gaz produits par les hydrocarbures dans les citernes d'un navire. Le déballastage est le déversement dans la mer de résidus pétroliers liquides. Ces opérations font l'objet de réglementations mais sont parfois pratiquées de manière «sauvage». Source : www.Vedura.fr/environnement/pollution/degazage-deballastage

(16) Source : « Le changement climatique, Les enjeux », ADEME, Edition mai 2015, guide-pratique-changement-climatique.fr

(17) «Les arbres absorbent du carbone, principalement pendant leur phase de croissance, entre quelques dizaines et plus d'une centaine d'années. Ils le stockent ensuite toute leur vie, avant de le rejeter après leur mort lorsqu'ils se décomposent ou sont brûlés». Source : «Stockage et émissions de CO₂, le rôle de la forêt dans le cycle du carbone», Source : www.developpement-durable.gouv.fr

(17 bis) : En supprimant des végétaux qui auraient absorbé le CO₂ la déforestation est responsable d'environ 10 milliards de tonnes des émissions de GES dues à l'homme. Source ADEME, Le changement climatique.

(18) *Climat : ce qui nous attend vraiment* La Recherche n°472, février 2013.

(19) Nom donné au produit (oxyde d'uranium U₃O₈) issu du procédé d'extraction de l'uranium de la mine avant transport et purification ; ce nom vient de la couleur et la texture des concentrés qui étaient produits par les premières méthodes d'extraction utilisées.

(20) *La radioactivité revient à la surface*, Saint-Pardoux Environnement, Le Populaire.fr, Limoges, 10/04/2010.

(21) *A quarter of Century after the Chernobyl Catastrophe. Outcomes and Prospects for the Mitigation of Consequences*, National Report of the Republic of Belarus, Minsk, 2011.

En matière d'essais nucléaires, les précautions n'ont pas toujours été prises. Un essai aérien représente huit fois les radiations qui ont pu être émises par l'accident de Fukushima. Pour la France, plus de 150 000 personnes (militaires, travailleurs civils et populations locales) ont été exposées sans précautions aux radiations dans les zones de tests, d'abord dans le sud du Sahara algérien (pour la bombe A), de 1960 à 1966, puis en Polynésie française (pour la bombe H), de 1966 à 1996 (23) (voir aussi le chapitre 8). Une augmentation du risque de cancers de la thyroïde après les essais français en Polynésie a été décrite en 2010 (24). Ces dernières années, une loi visant à l'indemnisation des victimes a été votée sous la pression (25).

La question des «faibles doses»

La question des faibles doses est difficile et fait l'objet de nombreux travaux, notamment en ce qui concerne les populations vivant dans les zones «faiblement» contaminées, en Biélorussie et au Japon. Selon l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), «il n'existe pas de dose de rayonnements à partir de laquelle l'individu exposé développe automatiquement un cancer radio-induit. Par contre, **un individu exposé aux rayonnements possède une probabilité de développer un cancer et cette probabilité augmente avec la dose reçue.**» (26)

Convaincue qu'il n'existe pas de seuil d'innocuité, l'ACRO (Ass. pour le Contrôle de la Radioactivité dans l'Ouest) a publié sur cette question deux communiqués de presse. Le premier porte sur «l'excès de leucémies autour des sites nucléaires français» ; il rend compte d'une étude auprès d'enfants de moins de quinze ans vivant dans un rayon de 5 km autour des centrales. Le second, intitulé : «Les radiations médicales ne sont pas inoffensives» (27), fait référence à une étude de chercheurs australiens qui montre que les examens par scanner pratiqués sur les enfants et les jeunes augmentent le risque de développer un cancer. Notons que l'ACRO assure également un suivi des mesures du radon*, notamment dans les établissements d'enseignement. Il est en effet avéré que ce gaz radioactif naturel est la première cause du cancer du poumon chez les non-fumeurs.

La gestion des déchets nucléaires : un casse-tête !

De nombreux déchets sont générés par les diverses installations produisant et utilisant le nucléaire : extraction et transformation, secteur militaire, centrales nucléaires, installations médicales, centres de retraitement... **Ces déchets s'accumulent et restent actifs jusqu'à des centaines de milliers d'années.**

Mais qu'est-ce qu'un déchet ?

Est considéré comme un déchet ce qui ne peut pas être recyclé. Au-delà de cette définition théorique, les estimations divergent sur ce qui peut ou non être recyclé. Les exploitants (en France, Areva, EDF et l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs - Andra) font le pari que ce qui n'est pas encore «recyclé»

actuellement est pour l'essentiel «recyclable» et que des solutions adaptées seront bientôt découvertes. Les opposants au nucléaire objectent que la masse considérée comme recyclable ne sera finalement pas recyclée et doit donc être considérée comme un déchet, déchet qu'on cherche à camoufler sous l'appellation «recyclable», sans souci des générations futures.

Caractérisation des déchets

Les éléments radioactifs se distinguent selon la nature et l'intensité de leur rayonnement radioactif, et selon leur **«période» ou «demi-vie», c'est-à-dire le temps nécessaire pour que la quantité d'un élément radioactif soit divisée par deux.** La période a une durée très variable : de moins d'un jour à des millions d'années.

Les déchets à haute activité provenant du retraitement des combustibles brûlés constituent une masse faible (2,2 % de l'ensemble mais 96 % de la radioactivité émise) ; dans l'attente d'une vitrification, ils sont stockés dans des «piscines» (28), solution peu satisfaisante dans la durée. Après vitrification, on doit procéder à leur refroidissement pendant environ 70 ans avant leur stockage définitif, dans des centres qui restent à créer (cf. le projet contesté Cigeo à Bure, dans la Meuse).

Les déchets de moyenne et faible activité à vie longue constituent une masse de matières dangereuses et volumineuses pour lesquelles des sites d'enfouissement sont recherchés. Les stériles* sont parfois employés pour réaliser des remblais accessibles au public, alors que leur contact direct ou leur proximité immédiate les rendent dangereux (voir page précédente, 1er paragraphe).

CIGEO : un casse-tête

Cigeo (Centre industriel de stockage géologique) a pour objectif d'enterrer les déchets nucléaires à très longue durée de vie à 500 mètres de profondeur dans des couches d'argile supposées très stables. Depuis dix ans, le projet est vivement contesté par des opposants qui préconisent un entreposage des colis en surface, afin de moins pénaliser les générations futures : «Que se passe-t-il si on ne maîtrise plus ces déchets pour une raison économique ou géopolitique ? Sur des centaines de milliers d'années, une surveillance permanente ne peut être envisagée.» Le gouvernement a choisi le passage en force en inscrivant le projet Cigeo dans la loi Macron en juillet 2015 mais le Conseil constitutionnel a refusé cette procédure. L'Assemblée nationale a voté en juillet 2016, la loi sur les modalités de création et de gestion du site.

Sources :

- «Les trois raisons qui expliquent le passage en force du gouvernement sur le stockage des déchets nucléaires», Usinenouvelle.com, 10/07/2015.
- «Le projet d'enfouissement des déchets nucléaires de Bure : quand l'argent étouffe le débat», Usinenouvelle.com, 13/07/2015.
- «Déchets nucléaires : l'entreposage à faible profondeur préféré par les participants aux débats publics», AFP, février 2006.

Où stocker ces déchets ?

De nombreuses questions techniques se posent :

- doit-on privilégier des solutions «définitives» (enfouissement en profondeur dans l'argile, comme à Bure, dans la Meuse) ou au contraire des solutions réversibles (en surface) ?
- dans le cas de solutions définitives, qui doivent être efficaces pendant des centaines, des milliers d'années ou plus, est-il préférable, afin d'éviter les accidents, d'oublier complètement la mémoire des sites ou de la conserver (et dans ce cas, selon quelles méthodes) ?

On notera que le stockage, dit «définitif», doit parfois être déplacé, ce qui est par exemple le cas en Allemagne (centre de stockage d'Asse, en Basse-Saxe), en raison d'infiltrations importantes d'eau saumâtre dans les galeries. Ce centre avait reçu, entre 1967 et 1978, 126 000 fûts de déchets de faible et moyenne activité. Coût de l'opération : au moins 2 milliards d'euros.

Vu les coûts, il n'est pas étonnant que des solutions dangereuses soient utilisées : incorporation de matières radioactives dans des matériaux de construction, voire recyclage de ferraille dans des biens de consommation ; enfouissement de fûts dans la Méditerranée, la Manche, l'Atlantique, les côtes africaines... Il s'agit parfois de solutions mafieuses, tel ce cargo contenant 120 bidons de déchets radioactifs, coulé au large des côtes de la Calabre.

En termes de quantité, le stock de déchets radioactifs que devra gérer la France à l'horizon 2030 a été estimé par l'Andra à 2,7 millions de m³. Deux fois plus qu'à la fin de l'année 2010. Ce volume va inévitablement continuer à augmenter, en raison du démantèlement de centrales et d'autres sites, et dans l'éventualité d'une poursuite de l'activité nucléaire au niveau mondial. **Est-il normal de faire supporter de tels risques aux générations qui vont nous succéder ?**

Par ailleurs, la gestion des déchets, mais aussi le démantèlement des centrales en fin de vie, représentent des **coûts très élevés, qui ne sont pas pris en compte dans le coût de l'énergie nucléaire**, souvent présenté comme faible (sur la question du coût du nucléaire, voir également page 14).

Combien coûterait un accident nucléaire ?

Le risque d'accident est reconnu aujourd'hui comme une vraie éventualité. Des essais de chiffrage par l'IRSN conduisent à des coûts de l'ordre de 500 à 1000 milliards d'euros (même 5800 milliards d'euros pour Sortir du nucléaire). Mais transformer un accident en simple hypothèse économique, c'est masquer l'essentiel, c'est laisser libre cours à une bataille de chiffres qui occulte la réalité : la région qui entoure une centrale accidentée se transforme en désert humain, en zone de souffrance avec des enfants qui seront un jour malades, des habitants désespérés et traumatisés. Ces risques ne sont pas assurés actuellement. Quand un pays comme l'Inde tente d'en imposer la prise en charge aux constructeurs et aux exploitants, les projets ne se réalisent pas !

Bibliographie "Nucléaire"

- *Tchernobyl, trente ans après ? Participez à la campagne citoyenne*, L'ACRONique du nucléaire, n° 106, septembre 2014. A lire aussi p.11-14, article *Qu'est-ce que le radon ?*
- *La Presqu'île au nucléaire : Three Mile Island, Tchernobyl, Fukushima... et après ?*, Françoise Zonabend, éd. Odile Jacob, 05/2014.
- *Les Arpenteurs - Voyage curieux dans l'univers des déchets radioactifs*, un blog de réflexion édité par l'ANDRA, 3 avril 2014 : http://www.dailymotion.com/video/x196jzb_les-arpenteurs-voyage-curieux-dans-l-univers-des-dechets-radioactifs
- *Les rayonnements ionisants et les expositions médicales*, Pierre Barbey, L'ACRONique du nucléaire, n° 101. juillet 2013.
- *Excès de leucémies autour des sites nucléaires français*, L'ACRONique du nucléaire, n° 97, 2012.
- *En finir avec le nucléaire : pourquoi et comment ?* Benjamin Dessus et Bernard Laponche, éd. Seuil 10/2011.
- *Le nucléaire en débat*, Zoom d'actualité Ritimo, 1/03/2011, <http://www.ritimo.org/article4792>
- *Uranium et gâteau jaune, le mythe de l'énergie propre*, film documentaire réalisé par Joachim Tschirner, 2010.
- *Au pays du nucléaire*, film documentaire réalisé par Esther Hoffenberg, 2009.

(22) On parle d'irradiation lorsque la source radioactive est située à l'extérieur du corps des personnes exposées, et de contamination lorsqu'elle pénètre à l'intérieur du corps. Lorsque les particules radioactives sont déposées sur la peau ou sur les vêtements sans avoir pénétré dans le corps, on parle de contamination externe. Source : IRSN.

(23) Toute la Polynésie aurait été exposée aux essais nucléaires, Reuters, 2/07/2013.

(24) Thyroid cancer following nuclear tests in French Polynesia, British Journal of Cancer (2010), www.bjcancer.com.

(25) Loi n° 2010-2 du 5 janvier 2010 relative à la reconnaissance et à l'indemnisation des victimes des essais nucléaires français.

(26) Source : www.irsn.fr.

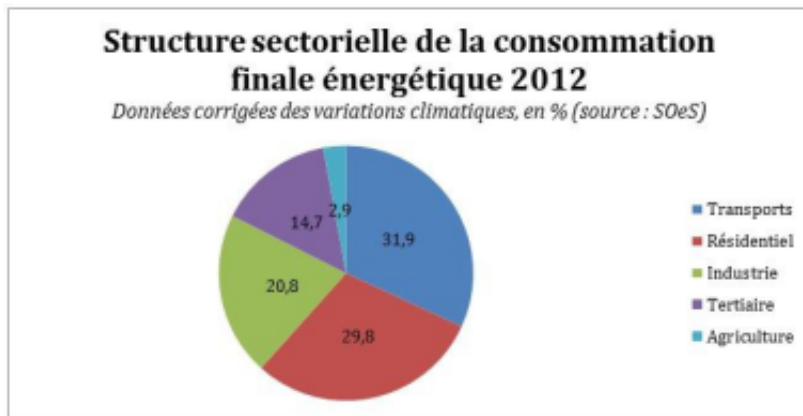
(27) Voir l'article de Pierre Barbey dans le n° 101 de l'ACRONique : Les rayonnements ionisants et les expositions médicales, suivi du communiqué ACRO du 2 juillet 2014. Pierre Barbey est le directeur d'IMOGERE (Installations de mise en œuvre et de gestion des radioéléments), à l'Université de Caen.

(28) L'eau constitue un écran efficace contre les rayonnements radioactifs, tout en facilitant l'évacuation de la chaleur dégagée par les déchets.

PARTIE III - Changer de modèle : des alternatives existent...

5. Agriculture et alimentation : tous concernés !

Les problèmes posés par notre modèle énergétique actuel imposent de changer radicalement de façons de vivre. Des solutions existent déjà, d'autres restent à inventer, comme on peut le voir dans le secteur de l'agriculture et de l'alimentation, ou encore en matière d'aménagement du territoire (transport, habitat...). La maîtrise des consommations d'énergie est la première réponse car «l'énergie la moins chère et la moins polluante est celle qu'on ne consomme pas !». Parallèlement, le recours aux énergies renouvelables peut contribuer à assurer un mode de vie plus durable.



Répartition de la consommation finale énergétique 2012 en France en % (source SoeS).

Alors que la consommation de l'industrie a progressivement diminué depuis 1973, à l'inverse celles des transports, du résidentiel-tertiaire et de l'agriculture n'ont cessé d'augmenter. Celle du secteur des transports a pratiquement doublé.

L'agriculture, la transformation et la distribution des produits alimentaires font partie des grands enjeux énergétiques qui concernent chacun d'entre nous, au quotidien. L'agriculture en tant que telle ne représente que 3 % de la consommation d'énergie finale en France, ce qui peut sembler relativement faible, mais s'y ajoutent les consommations d'énergie liées à l'industrie agro-alimentaire, à la production et au transport des intrants (engrais, pesticides, tourteau de soja, etc.) et au transport des produits alimentaires. Face aux impasses du modèle «conventionnel» (pollution des sols, de l'eau et de l'air, perte de biodiversité, concentration des exploitations et course à la terre, appauvrissement et dégradation des sols...), des alternatives existent, notamment pour réduire les gaspillages et améliorer l'efficacité énergétique, ce qui, dans le même temps, contribuera de manière significative à réduire les émissions de gaz à effet de serre et à garantir à tous l'accès à une alimentation saine et en quantité suffisante.

Agriculture intensive et agro-industrie : des secteurs de plus en plus gourmands en énergie

Dans la seconde moitié du XXème siècle, les systèmes agricoles changent progressivement dans les pays industrialisés. La mécanisation y devient la règle et la course au rendement s'accompagne d'une consommation effrénée d'engrais et de produits phytosanitaires. Les élevages hors-sol concentrent volailles et bovins dans des installations démesurées.

Parallèlement à ces évolutions de la production agricole, des firmes multinationales ont cherché à dominer l'ensemble du secteur, en contrôlant semences, engrais et pesticides. De nombreuses entreprises ont investi dans la transformation et la conservation des aliments et la grande distribution s'est emparée de la commercialisation des produits alimentaires. L'éloignement entre lieux de production et de consommation a encouragé la standardisation des produits, les additifs, les emballages et sur-emballages (eux-mêmes généralement produits à partir d'énergie fossile), puis la congélation, procédé gourmand en énergie y compris pour les consommateurs. Pour maximiser le profit, ces opérations sont réalisées dans des lieux, voire des pays différents, d'où des coûts énergétiques élevés (transport, installations frigorifiques...).

Les produits sont ainsi souvent sélectionnés pour leur résistance aux longs transports. C'est le cas de la plupart des fraises qui viennent d'Espagne ou des poires du Chili. Selon la Confédération paysanne, 40 % des volailles consommées en France sont importées, essentiellement d'Allemagne ou du Brésil, alors que les volaillers français exportent leurs poulets congelés en Afrique et dans les pays arabes, où ils concurrencent la production locale. La raison ? Ils n'ont pas la qualité requise pour être vendus en France (29).

Quelques chiffres

L'agriculture mondiale connaît encore des disparités considérables :

- 1 milliard de paysans travaillent à la main, utilisant leur propre énergie musculaire ;
- 300 millions utilisent l'énergie musculaire des animaux (traction animale) ;
- 30 millions travaillent avec des tracteurs, qui consomment des produits pétroliers.

Outre les conséquences directes sur l'environnement (pollution des rivières, des nappes phréatiques et du littoral) (30) et sur la santé humaine, ces transformations se sont accompagnées d'un accroissement considérable de la consommation d'énergie (31), pour :

- la fabrication (à base de pétrole) et le transport des engrais et des pesticides, souvent depuis les pays étrangers ;
- le carburant pour les tracteurs et les machines agricoles ;
- l'électricité pour faire fonctionner les machines à traire et le refroidissement du lait ;
- le chauffage et la ventilation des élevages ;
- la culture et le transport du soja et du maïs américain et brésilien ;
- la fabrication des granulés pour l'alimentation des animaux ;
- les produits pharmaceutiques pour les animaux en élevage hors-sol ;
- le traitement des effluents d'élevage et la dépollution de l'eau...

Agriculture biologique, agriculture paysanne : d'autres modèles

Dans un certain nombre de pays, dont la France, la profession agricole et la population prennent peu à peu conscience de la nécessité de proposer d'autres solutions. Ainsi, de plus en plus d'agriculteurs font le choix d'une **agriculture «durable» (moindre consommation d'engrais et de pesticides, limitation du nombre de passages des engins agricoles, transformation et vente de proximité)**, ou de l'agriculture biologique. Le réseau «agriculture durable» (32) par exemple, rassemble des agriculteurs qui développent des solutions pour **une agriculture à taille humaine, liée au sol, économe en intrants et en moyens de production, telle que l'élevage bovin en système herbager**.

Quant à l'agriculture biologique (ou «organique», dans certains pays), qui est née en réaction à l'agriculture dite conventionnelle et fondée sur le refus d'utiliser des produits chimiques de synthèse, elle cherche à restaurer la fertilité du sol, ce qui permet aux plantes de se défendre seules contre leurs ennemis naturels. Les animaux sont nourris avec des aliments biologiques (de préférence produits sur l'exploitation) et élevés avec accès au plein air.

(33)

Ces formes d'agriculture consomment moins d'énergie puisqu'elles n'utilisent pas d'engrais de synthèse et autres produits chimiques. Elles ne résolvent toutefois pas le problème de l'émission de méthane par les bovins (qui contribue à l'effet de serre).

D'autres alternatives se développent depuis quelques décennies, tant en France qu'à l'étranger :

- **l'agriculture paysanne** considère que l'agriculture n'a pas qu'un rôle de production de denrées alimentaires, mais a aussi un rôle social, environnemental et de maintien de la qualité des produits ; elle prône notamment l'utilisation de techniques autonomes (indépendantes des firmes multinationales) et l'adaptation des productions aux besoins locaux ;

- **l'agroécologie*** cherche à réconcilier le développement agricole et la protection de l'environnement et de la biodiversité, en prônant une approche globale, une utilisation respectueuse des ressources offertes localement par la nature et la reconnaissance des savoir-faire paysans ; elle est pratiquée en France comme dans les pays du Sud.

- **la permaculture*** vise à créer un écosystème productif en nourriture ainsi qu'en d'autres ressources utiles, tout en laissant à la nature «sauvage» le plus de place possible ; elle privilégie l'association de cultures, une connaissance fine de l'environnement végétal et climatique, avec des sols non labourés et paillés. Ce mode de production tend à être très économe en énergie (travail manuel et mécanique...), tout en étant très productif, aussi bien pour les rendements obtenus que pour la préservation et l'amélioration des sols (structure, réserve en eau, matière organique, microfaune et microflore).

Des mouvements en lien avec les consommateurs soutiennent également le développement de ces alternatives, comme les AMAP (Associations pour le Maintien de l'Agriculture Paysanne), dont le principe est de créer un lien direct entre paysans et consommateurs, ces derniers s'engageant à acheter la production d'une exploitation locale à un prix équitable et en payant par avance, ou Terre de Liens (association qui a pour objectif d'enrayer la disparition des terres agricoles et de faciliter l'accès au foncier pour de nouvelles installations paysannes). Dans un autre domaine, l'association Kokopelli milite pour le droit de semer librement des semences potagères et céréalières, de variétés anciennes ou modernes, libres de droits et reproductibles.

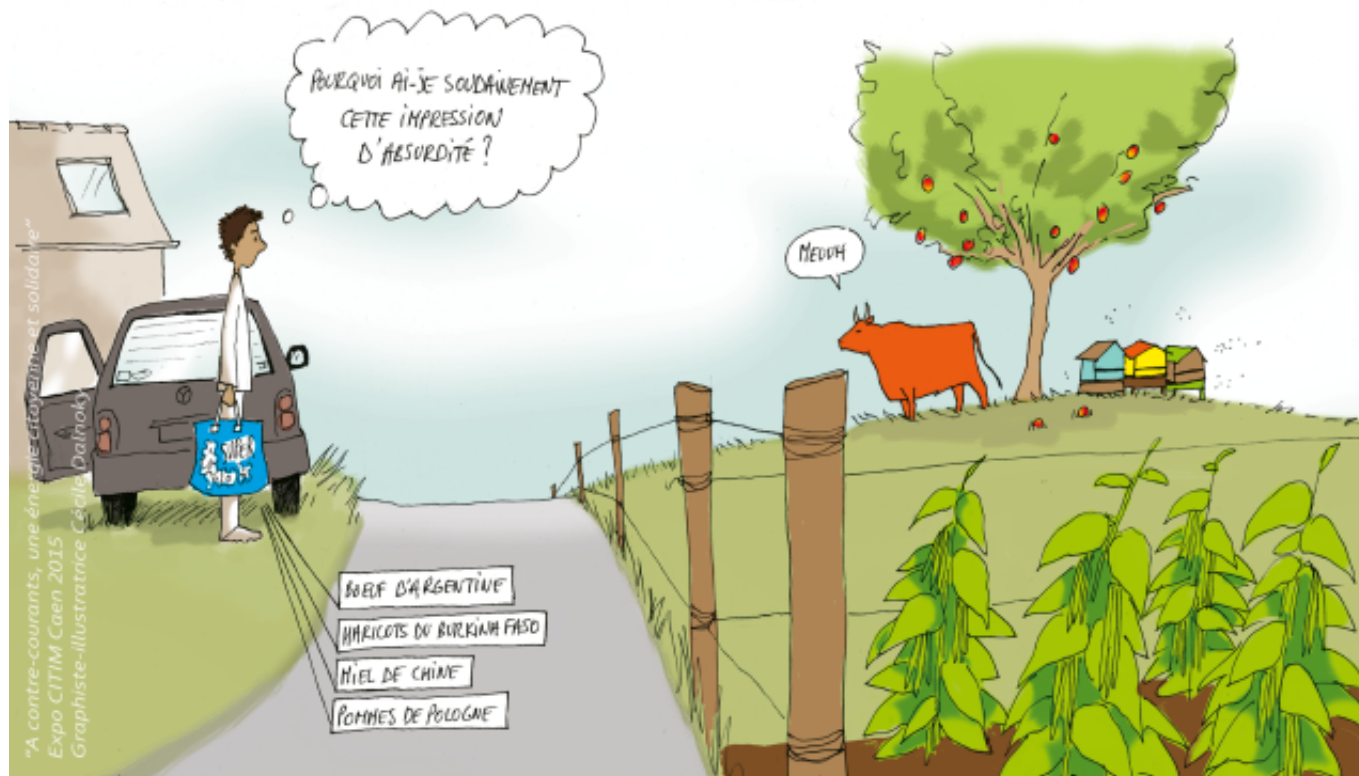
(29) «Les poulets congelés logiquement privés de subventions à l'exportation», Claude-Marie Vadrot, Politis, 24 juillet 2013 <http://www.politis.fr/Les-poulets-congeles-logiquement;23298.html>

(30) Sur les impacts de l'agriculture sur l'environnement, voir notamment le rapport «Agriculture mondiale: horizon 2015/2030» de la FAO.

(31) Pour une étude détaillée à l'échelle de la France, voir le rapport de l'ADEME Analyse économique de la dépendance de l'agriculture à l'énergie : évaluation, analyse rétrospective depuis 1990, scénarios d'évolution à 2020. Novembre 2012

(32) <http://www.agriculture-durable.org/> ; le réseau «agriculture durable» est également membre du réseau des CIVAM, les Centres d'Initiatives pour Valoriser l'Agriculture et le Milieu rural - <http://www.civam.org/>

(33) Informations tirées de «Bio, raisonnée, OGM, quelle agriculture dans notre assiette», Claude Aubert et Blaise Leclerc, Terre vivante, 2003.



Repenser son alimentation

La qualité de l'alimentation n'est pas liée à la quantité d'énergie nécessaire pour l'obtenir. Il est donc possible de produire et de consommer des aliments de qualité, tout en réduisant leur coût énergétique.

Quelques exemples :

- revoir ses modes de consommation, par exemple **en consommant moins de protéines animales**, et particulièrement de viande (gourmande en énergie et en surface agricole). En effet, consommer directement des protéines végétales enlève un intermédiaire de la chaîne alimentaire et permet d'économiser l'énergie et les surfaces agricoles consacrées à l'alimentation des animaux d'élevage : il faut en moyenne 7 à 10 kg de végétaux pour faire 1 kg de viande de bœuf, 4 à 5,5 kg pour 1 kg de viande de porc, 3 kg pour 1 kg de viande de volaille (34). La production de viande nécessite donc beaucoup plus de terres agricoles et d'énergie que la production directe des céréales destinées à l'alimentation humaine. Les protéines animales peuvent facilement être remplacées par des protéines végétales, qu'on trouve dans les céréales complètes, les légumes secs, le soja, les fruits secs oléagineux.

- **privilégier les circuits courts de distribution** (vente directe ou sur les marchés locaux, AMAP, magasins de producteurs...), pour limiter les transports, gourmands en énergie.

- **être attentif à choisir prioritairement des produits de saison** : certains légumes de consommation courante (par exemple, les tomates) peuvent être cultivés localement, hors saison, sous serres, sans utiliser davantage d'énergie ; mais la culture sous serre peut aussi être très énergivore.

- **réduire la consommation de plats cuisinés**, qui utilisent de l'énergie pour leur emballage, leur transport, et leur conservation.

- faire pousser sur son balcon des herbes aromatiques, ou, pour ceux qui ont un jardin, y aménager **un petit coin potager**.

On entend souvent dire que les produits bios ou de qualité seraient trop chers pour pouvoir être généralisés, notamment auprès des consommateurs à petit budget. Pourtant, les rares enquêtes qui ont comparé le budget alimentaire de consommateurs de la même catégorie socio-professionnelle ont montré que les consommateurs bio ne dépensaient pas plus que les autres, et même parfois moins, parce qu'ils avaient changé leurs habitudes alimentaires et gaspillaient moins. De plus, les filières agricoles conventionnelles perçoivent souvent beaucoup de subventions, notamment de l'Union Européenne (PAC*), ce qui leur permet de baisser leurs prix : les prix pratiqués ne reflètent souvent pas les réalités des coûts de production, ce qui fausse toute comparaison.

Lutter contre le gaspillage

Au niveau mondial, selon la FAO (35), le total des denrées (hors produits de la mer) qui sont jetées, perdues ou détournées de la consommation humaine au profit de l'alimentation animale serait de **1,3 milliard de tonnes (d'une valeur estimée à 750 milliards de dollars)**, soit le tiers des aliments produits sur la planète, équivalant à 30 % de la surface des terres agricoles. 54 % des pertes sont liées à la production, à la récolte et au stockage. Le reste concerne le gaspillage alimentaire au sens propre (préparation, distribution, consommation). Dans les pays riches, c'est ce dernier type de pertes qui domine (36).

En France, on estime que 6 à 9 millions de tonnes d'aliments produits ne sont pas consommés ; les secteurs les plus problématiques sont ceux de **la restauration collective** (établissements de santé, cantines scolaires et d'entreprises), **la restauration traditionnelle et la grande distribution**. Quant aux ménages, ils gaspillent 1,3 million de tonnes chaque année (20 kg par habitant et par an, dont 7 kg encore emballés), soit un coût moyen de 400 € par an pour une famille de 4 personnes : le consommateur moyen jette au moins 20 % de ce qu'il achète. Les raisons avancées tiennent en partie au choix trop large de produits commercialisés, à la publicité, aux normes sanitaires et au peu de valeur accordé à la nourriture par les clients.

Ce gaspillage de matière s'accompagne d'un gaspillage d'énergie, dommageable au plan économique et environnemental. **La réduction de ces pertes pourrait couvrir une part importante du déficit alimentaire mondial à l'horizon 2050.**

Le changement passe principalement par la sensibilisation. En France, le Pacte national de lutte contre le gaspillage alimentaire a l'objectif de le réduire de 50 %, en sensibilisant les jeunes, dans les cantines notamment, et en dirigeant une partie des produits récupérés vers la banque alimentaire ou vers un recyclage déchet. L'ADEME a également réalisé des fiches-actions qui rassemblent un certain nombre d'outils et de recommandations pour mettre en place des démarches visant à limiter le gaspillage alimentaire dans la restauration collective, la restauration commerciale, les établissements de santé ou encore à l'occasion de l'organisation d'événements (37).

Concurrence entre agrocarburants et agriculture vivrière

Depuis que la pénurie de pétrole se fait menaçante, les agrocarburants (également appelés biocarburants par les industriels pour valoriser leur image) sont un exemple de ces monocultures qui détruisent l'environnement, la santé des populations et leur système agraire, pour le bénéfice des pays industrialisés. **Si des surfaces agricoles ont toujours été utilisées à des fins énergétiques, notamment pour nourrir les animaux de trait** (travail agricole, transports, armées), depuis plusieurs dizaines d'années, des surfaces de plus en plus importantes sont consacrées aux agrocarburants, selon **deux filières** : canne à sucre, betterave, maïs et blé pour la fabrication d'éthanol (la grande majorité du marché) ; soja, colza, tournesol, jatropha et huile de palme pour la fabrication de biodiesel. Les Etats-Unis, l'Amérique du Sud et l'Asie du Sud-Est sont particulièrement concernés. En France, 65 % du colza est déjà destiné aux agrocarburants. Pourtant, ceux-ci n'ont pas démontré une grande efficacité énergétique ; leur bilan est globalement négatif.

Ce détournement de surfaces agricoles est inquiétant, en particulier dans des pays qui ont déjà des problèmes alimentaires. De plus, ces cultures sont souvent développées par de grands propriétaires fonciers et de grands groupes industriels, au détriment des solutions

familiales et plus soutenables. C'est le cas au Brésil (38), où la culture de la canne à sucre et du soja contribue à la déforestation en Amazonie. Au Sénégal, la culture du jatropha pour faire de l'huile provoque une spéculation foncière.

La situation est particulièrement préoccupante en Indonésie, premier producteur et premier exportateur d'huile de palme au monde. L'Etat indonésien a misé sur les effets des directives de l'Union Européenne (2003, et surtout 2008, qui impose au secteur des transports 10 % de renouvelables dans les carburants en 2020), et il a déjà pris ses parts dans le marché européen (Pays-Bas, Allemagne, Italie). Entre 2000 et 2005, 1,8 million d'hectares de forêts tropicales était détruit chaque année. La déforestation y est toujours galopante et menace notamment la région autonome de Papouasie, où vivent les minorités ethniques. Des conflits fonciers récurrents opposent les populations indigènes et les communautés rurales aux promoteurs de cette monoculture qui les prive de leurs terres sans améliorer leurs conditions de vie. Au contraire, le déboisement et le brûlis, sur ces sols tourbeux, font du pays le 3ème émetteur de CO2 au monde, sans compter les dommages à la biodiversité. Des associations locales font un travail de conscientisation et des ONG internationales (Greenpeace, Friends of the Earth) appellent à «une justice climatique». Une action plus ambivalente est celle du RSPO («Table ronde pour une huile de palme durable»), créé en 2002 par Unilever et WWF, que certains traduisent par «le développement durable au service du profit» ! Cette structure rassure les consommateurs mais encourage une consommation croissante, ce qui est précisément la cause principale du problème (39).

(34) - Selon Rajendra Pachauri, président du GIEC. Ces chiffres figurent également sur plusieurs sites, entre autres www.viande.info/elevage-viande-sous-alimentation.

(35) - Organisation des Nations Unies pour l'agriculture et l'alimentation.

(36) - *Le gaspillage alimentaire à l'origine d'un gâchis écologique*, Gilles Van Kote, Le Monde, 11 septembre 2013

http://www.lemonde.fr/planete/article/2013/09/11/le-gaspillage-alimentaire-a-l-origine-d-un-gachis-ecologique_3475474_3244.html

- *FAO : 750 milliards de dollars de nourriture gaspillée par an !*, Le Point, 11 septembre 2013 - http://www.lepoint.fr/economie/fao-gaspiller-la-nourriture-coute-750-milliards-de-dollars-par-an-11-09-2013-1723216_28.php

- *Gaspillage alimentaire, l'ampleur du scandale*, Patrick Piro, Dossier Politis, 12 juillet 2012 <http://www.politis.fr/Gaspillage-alimentaire-l-ampleur,18987.html>

(37) - Voir fiches action de l'ADEME pour mettre en place la lutte contre le gaspillage dans les cantines : <http://www.optigede.ademe.fr/fiches-actions-gaspillage-alimentaire>.

(38) - *Le Brésil et les agrocarburants : menaces sur l'agriculture*, Nieves López Izquierdo, Les Blogs du Diplo, 12 novembre 2010, repris également sur le site Internet de Slow Food, 15 novembre 2010 - <http://www.slowfood.fr/le-bresil-et-les-agro-carburants-menaces-sur-l%E2%80%99agriculture>

(39) - *Agrocarburants en Indonésie : logiques, structures, conflits et conséquences*, Mélanie Pichler, CETRI, Alternatives Sud, vol. 18-2011, p. 57-73, 2/2012.

Bibliographie

- *Hold-up sur le climat. Comment le système alimentaire est responsable du changement climatique et ce que nous pouvons faire*, Cetim (2016).
- *Le droit à l'alimentation, facteur de changement*, Olivier de Schutter, directeur de la FAO. Rapport présenté à l'AG des Nations-Unies, le 24 janvier 2014.
- *Permaculture - Principes et pistes d'action pour un mode de vie soutenable*, David Holmgren, éd. Rue de l'échiquier (2014).
- *Permaculture - Guérir la terre, nourrir les hommes*, Perrine Hervé-Gruyer, Charles Hervé-Gruyer éd. Actes Sud (2014).
- *Atlas de l'agriculture comment nourrir le monde en 2050*, Jean-Paul Charvet, éd. Autrement (2012).
- *Introduction à la permaculture*, Bill Mollison éd. Passerelle Eco (2012).
- *Agrocarburants, nos positions*, Confédération Paysanne, (2012).
- *La Grande (Sur-)Bouffe, Pour en finir avec le gaspillage alimentaire*, Bruno Lhoste et Tristram Stuart, éd. Rue de l'échiquier (2012).
- *Analyse économique de la dépendance de l'agriculture à l'énergie. Evaluation, analyse rétrospective depuis 1990, scénarios d'évolution à 2020*, ADEME, novembre 2012.
- *AMAP histoire et expériences*, Annie Weidknnet éd. Loubatières (2011).
- *Afterres2050, scénario d'utilisation des terres agricoles et forestières pour satisfaire les besoins en alimentation, en énergie, en matériaux, et réduire les Gaz à effet de serre*. 29 septembre 2011, Solagro (solagro.asso.fr).
- *La Riposte des paysans*, Silvia Pérez-Vitoria, éd. Actes Sud (2010).
- *Vers la sobriété heureuse*, Pierre Rabhi, éd. Actes Sud, Arles (2010).
- *Nourrir l'humanité*, Bruno Parmentier, éd. La Découverte (2009).
- *Bidoche*, Fabrice Nicolino, éd. Les Liens qui Libèrent (2009).
- *Guide du nouveau jardinage : Sans travail du sol, sur couvertures et composts végétaux*, Dominique Soltner éd. Sciences et Techniques Agricoles (2009).
- *Agronomes et paysans*, André Pochon, éd. Quae (2008).
- *Le sol, la terre et les champs : pour retrouver une agriculture saine*, Claude et Lydia Bourguignon, éd. Sang de la terre, (2008).
- *Les AMAP : un nouveau pacte entre producteurs et consommateurs ?*, Claire Lamine, éd. Yves Michel, (2008).
- *La révolution d'un seul brin de paille : Une introduction à l'agriculture sauvage*, Masanobu Fukuoka, éd. Guy Tredaniel (2005).
- *Agriculture mondiale : horizon 2015/2030*, FAO (2002).

Films

- *L'histoire de Marguerite, ou les impacts sociétaux de la filière lait française*, Basic, 2014, 9 min.
- *Pierre Rabhi, Au nom de la Terre* de Marie-Dominique Dhelsing, 2012, 90 min.
- *Les moissons du futur* de Marie-Monique Robin, 2012, 96 min.
- *Le temps des grâces* de Dominique Marchais, 2010, 120 min. Le dossier du film est accessible : <http://www.capricci.fr/temps-graces-le-2009-dominique-marchais-22.html>
- *Herbe*, de Matthieu Levain et Olivier Porte, 2008, 76 min. : <http://www.herbe-lefilm.com/index.html>). Film qui met en perspective 2 types d'élevages laitiers en Bretagne et interroge de façon plus large 2 modèles agricoles.
- *Taste the waste + Save the food* (films présentés au festival Alimenterre : www.festival-alimenterre.org).

Jeux

- *Le jeu de l'énergie*, Lafi-Baala (2014).
- *L'agriculteur en herbe*, CIVAM Basse-Normandie (2009).



6. Un accès à l'énergie pour tous

Les difficultés d'accès à l'énergie et son coût souvent élevé sont à la source de nouvelles inégalités, au niveau mondial comme au niveau local : 60 % de l'énergie est consommée par 20 % de la population de la planète. Y remédier nécessite de repenser l'aménagement du territoire dans sa globalité.

Les enjeux de la précarité énergétique

Quels que soient les pays, au Nord comme au Sud, **ce sont les ménages les plus pauvres qui ont le plus de difficultés à accéder à l'énergie**. De nombreuses familles n'arrivent pas à couvrir leurs besoins à un coût acceptable pour leur budget.

La précarité énergétique en France, une notion récente

Dix ans avant la France, dès 1996, les services sociaux britanniques ont créé le concept de «fuel poverty». Ils estimaient que les ménages se trouvaient en situation de précarité énergétique lorsque les dépenses d'énergie représentaient 10 % de leur budget.

En France, l'engagement de diverses organisations pour le logement des défavorisés, notamment la Fondation Abbé Pierre, appuyée par l'ADEME, a abouti à la mise en place d'un groupe de travail dans le cadre du «Plan Bâtiment Grenelle». La loi du 12 juillet 2010, dite «loi Grenelle 2», a adopté la définition suivante : **«Est en situation de précarité énergétique (...) une personne qui éprouve dans son logement des difficultés particulières à disposer de la fourniture d'énergie nécessaire à la satisfaction de ses besoins élémentaires, en raison de l'inadaptation de ses ressources ou de ses conditions d'habitat»**. La question des transports n'est pas incluse dans cette définition.

Sur les 28 millions de ménages français, on estime que 4 millions (environ 8 millions de personnes) dépensent plus de 10 % de leur revenu à régler des factures d'énergie au sein de leur habitation. Ce critère des 10 % est cependant relativement arbitraire puisque des ménages aisés sont parfois de gros consommateurs d'énergie. Si l'on prend en compte le niveau de revenu et le ressenti du froid, d'autres études montrent **qu'un Français sur cinq (11,5 millions de personnes) serait en réalité touché par le phénomène de la précarité énergétique (40)**. Pour beaucoup de familles vulnérables, la dépense d'énergie atteint ou dépasse 30 % du budget. Ce sont globalement les mêmes qui vivent sous le seuil de pauvreté (41).

Les inégalités énergétiques se creusent

Les résidences principales (26,5 millions) consomment environ 20 % du total de l'énergie finale utilisée en France. Plus de la moitié ont une étiquette énergie* D ou E. Les deux tiers de ces constructions datent d'avant 1974, à une époque où l'isolation des logements était peu pratiquée et les appareils souvent peu performants.

La moyenne des consommations d'énergie pour le chauffage y est de 300 kWh par m² et par an, alors que l'on est désormais capable de construire des logements consommant six fois moins (14 % des logements ont une étiquette énergie* A, B ou C). Il existe même des logements à énergie positive*, qui produisent, sur une année, davantage d'énergie qu'ils n'en consomment. Au cours des vingt dernières années, le prix des logements a beaucoup augmenté ; ceux qui sont de bonne qualité sont devenus inaccessibles aux revenus modestes. Dans le même temps, les principaux combustibles fossiles (fioul, gaz de ville et propane) ont vu leurs prix multipliés par deux ou par trois. Les ménages qui ont les revenus les plus élevés ne sont pas touchés, d'une part parce que leurs revenus augmentent plus vite que le prix des énergies, d'autre part parce qu'ils peuvent financer des travaux qui diminuent les factures, tout en profitant des divers avantages qui réduisent le poids des investissements.

Quelques repères

Le Bilan énergétique de la France pour 2013 fait état d'un coût moyen de l'énergie par ménage de 3 210€ pour l'année (1 800€ pour le logement et 1 330€ pour le carburant). Pour le logement, les dépenses d'énergie sont en augmentation de 6 % par rapport à 2012, ce qui est dû à l'augmentation du prix de l'électricité et du gaz (+ 6,5 % en 2012, 3,9 % pour le gaz). Les dépenses de carburant ont diminué, en raison de la baisse du prix du pétrole. La part de l'énergie dans le budget des ménages est en moyenne de 6,2 %.

Ces moyennes cachent de nombreuses disparités, liées à la situation géographique, à l'âge des occupants, au combustible utilisé, au mode de chauffage (individuel ou collectif), au statut (locataire/propriétaire) et au revenu. Les plus pénalisées sont les familles vivant en secteur périurbain (coût du transport), les personnes âgées, particulièrement en milieu rural, ainsi que les studios et 2 pièces du secteur locatif privé, qui sont les logements les plus énergivores.

Si les performances énergétiques des appareils et équipements se sont améliorées, la consommation des ménages en électricité spécifique a augmenté fortement et régulièrement depuis une dizaine d'années, en raison de la multiplication des équipements électriques, pour l'électroménager, l'audiovisuel mais surtout pour le numérique, y compris les téléphones portables. L'ADEME propose de nombreux moyens d'information (guides et fiches) pour inciter les consommateurs à adopter un comportement plus économe.

On constate de ce fait **un creusement des inégalités** entre les ménages aisés et les ménages pauvres. Ceux-ci sont de plus en plus menacés par la «**spirale de la précarité énergétique**» : un logement en mauvais état et mal chauffé se dégrade, devenant de plus en plus difficile et onéreux à chauffer, entraînant des difficultés sanitaires et sociales pour les occupants.

Le chauffage électrique, lorsqu'il est utilisé dans de mauvaises conditions, est souvent le révélateur de la précarité : certaines familles accumulent les factures impayées et voient le courant électrique coupé ; d'autres limitent sévèrement leur consommation et certaines n'ont plus d'autre choix que de se priver totalement d'électricité, au moins passagèrement.

Les effets de la précarité énergétique

Un adulte passe en moyenne douze heures par jour dans son logement, et davantage pour les personnes âgées, handicapées ou au chômage. Un chauffage insuffisant ou mal conçu génère plusieurs types de problèmes :

- pour le logement lui-même, en raison des accidents ou des problèmes provoqués par des appareils et installations en mauvais état (incendies, intoxications par l'oxyde de carbone, humidité générant des moisissures...);

- pour les habitants, du fait d'un renouvellement d'air insuffisant (asthme, allergies...), et de l'inconfort, qui accroît la fatigue, perturbe la scolarité des enfants et la vie sociale ;

- pour l'environnement, en raison d'un fort gaspillage d'énergie et des émissions de CO₂ accrues. La «surmortalité hivernale» représente la partie «extrême» de la précarité. Elle est surtout due aux atteintes cardiovasculaires provoquées par le froid et représenterait entre 20 000 et 50 000 morts en excès par an.



Ailleurs dans le monde : l'électricité, un luxe ?

La précarité énergétique (ou pauvreté énergétique) est un des fléaux majeurs auxquels sont soumises les populations des pays en développement. Selon l'Agence internationale de l'énergie (AIE, rapport 2010), **1,4 milliard de personnes n'ont pas accès à l'électricité dans le monde**, la proportion atteignant 85 % parmi les populations rurales. Dans ce cas, les seules énergies disponibles (pour la cuisson des aliments et l'éclairage – le chauffage entrant peu en ligne de compte) sont le bois et autres biomasses (2,7 milliards de personnes en sont dépendantes), plus marginalement le kérosène, et exceptionnellement l'énergie solaire.

Par ailleurs, **dans de nombreux pays, la production d'électricité est insuffisante et sa distribution problématique ou très coûteuse** : dans ce cas, même lorsque l'alimentation électrique est possible, les coupures sont fréquentes, ce qui perturbe la vie économique et irrite les populations. Au Sénégal, le mouvement «Y'en a marre !» s'est mobilisé contre cette pénurie.

Quelles solutions ?

Des solutions d'urgence

En France, la lutte contre la précarité énergétique passe depuis plusieurs années par **des aides sur le prix de l'énergie** ; il s'agit de la modulation des tarifs d'électricité et de gaz, qui remplace l'aide aux impayés des décennies précédentes ; à noter que ces aides ne concernent pas le fioul alors qu'un ménage sur trois en situation de précarité énergétique se chauffe au fioul. Il existe également des aides au revenu (via l'APL), des subventions à l'efficacité énergétique et des aides en nature (transport...).

A la suite du rapport Pelletier réalisé dans le cadre du Grenelle de l'Environnement (2009), a été créé en 2011 l'Observatoire national de la précarité énergétique (ONPE), afin de recenser les données qui permettent de mieux connaître ce problème, de quantifier les ménages pouvant bénéficier des tarifs sociaux de l'énergie ou accéder à des programmes de soutien aux travaux de rénovation énergétique.

Pour le logement social, un des objectifs centraux serait de **redonner aux habitants la maîtrise de leurs choix énergétiques**, en leur permettant de mettre ces questions à l'ordre du jour des instances concernées, ou encore en installant des compteurs individuels dans les habitats collectifs. Les pouvoirs publics, mais aussi de nombreux organismes et associations, tentent de faire évoluer la situation, notamment dans le cadre du réseau RAPPEL (Réseau des acteurs de la pauvreté et de la précarité énergétique dans le logement), soutenu par l'ADEME. Les politiques actuelles vont néanmoins encore dans le sens de l'aide par les prix (chèque-énergie pour les revenus modestes), ce qui peut avoir pour effet d'inciter à consommer davantage. L'essentiel devrait pourtant résider dans la **rénovation des logements**, avec obligation d'améliorer l'efficacité énergétique et de réduire la facture des ménages. **Les aides aux travaux** ont été confirmées dans le cadre de la loi sur la transition énergétique pour la croissance verte ; les Espaces Info énergie, devenus «Rénovation Info Service», ont pour mission de diffuser l'information.

Des solutions pérennes : repenser l'aménagement du territoire au profit de tous

Pour les deux principaux déterminants de la précarité énergétique que sont les logements et les transports, **le choix des infrastructures** (routes, lotissements, zones d'activité, grandes surfaces...) est essentiel car il entraîne des conséquences sur la consommation d'énergie pour des dizaines, voire des centaines d'années. Une étude de l'INSEE (2006) montrait que la facture énergétique des ménages aurait été 10 % plus faible sans l'étalement urbain des dix années précédentes, qui a augmenté le nombre de véhicules et les dépenses en carburant.

De nouveaux plans ou schémas ont été rendus obligatoires par les lois issues du Grenelle de l'environnement, tels que les plans climat-énergie territoriaux que doivent élaborer les collectivités (régions,

départements, communes et intercommunalités de plus de 50 000 habitants). **L'objectif est d'atténuer les émissions de gaz à effet de serre et d'adapter les territoires au dérèglement climatique, afin de réduire leur vulnérabilité.**

Les partenaires de ces politiques nouvelles ne sont plus seulement les opérateurs énergétiques* mais aussi les consommateurs, les citoyens, les collectivités territoriales et l'État. Tous ces acteurs vont devoir s'impliquer dans le choix et la mise en place d'une politique énergétique volontariste d'économie, fondée sur une décentralisation indispensable des décisions, des programmes et des investissements.

En matière de transport, les économies d'énergie passent par des habitudes différentes : encourager les déplacements à pied et à vélo, développer l'usage des transports en commun, du covoiturage, de l'auto-partage, réduire autant que possible les déplacements domicile/travail...

Plus largement, partout dans le monde, **des initiatives se développent pour inventer la ville de demain** : immeubles verts, jardins partagés, écoquartiers, écovillages, «en transition» (voir ci-dessous).

Quelques exemples

Le développement des toits végétalisés

Les toits végétalisés sont une tradition ancienne, qui remonte à plusieurs siècles dans certains pays scandinaves et européens. Ils se développent depuis les années 1970 en Allemagne, aux Pays-Bas, en Suisse et en Amérique du Nord, et plus récemment en France. Il s'agit, comme le nom l'indique, de recouvrir la toiture de végétation (en lieu et place des matériaux couramment utilisés comme les tuiles, le bois ou les tôles).

Ces toits végétalisés, également appelés toits verts ou encore toiture végétale, ont de nombreux avantages : ils assurent l'isolation thermique et acoustique du bâtiment et permettent ainsi de réduire sa consommation d'énergie, de lui apporter une «climatisation» naturelle et de le protéger contre les chocs dus aux variations de température. En ville, ils ont également l'intérêt de purifier l'air en absorbant les polluants urbains et de réguler le ruissellement des eaux de pluie. Par la fraîcheur qu'ils apportent, ils permettent de faire diminuer la température ambiante, tout en favorisant la biodiversité urbaine (oiseaux, insectes...). Certains toits verts peuvent aussi être utilisés pour cultiver des fruits et légumes ou encore des fleurs. Plusieurs grandes villes européennes et nord-américaines ont lancé des programmes de soutien aux toits végétalisés, sous forme de réglementations et d'aides économiques. Toronto (Canada) et Copenhague (Danemark), ont ainsi rendu obligatoires les toits végétalisés sur les constructions neuves dont le sommet a une inclinaison inférieure ou égale à 30°. La ville de Buenos-Aires, en Argentine, accorde aux propriétaires d'immeubles à toit végétal une réduction significative de la taxe immobilière.

Cette technique progresse également en France, mais loin derrière la performance allemande, où un toit sur dix a été végétalisé dans les 10 dernières années.

Quand urbanisme et transport ne font qu'un : Curitiba au Brésil

Ville-modèle d'Amérique latine dans les années 1980, Curitiba ⁽⁴²⁾ comptait 150 000 habitants en 1950 et 1,8 million aujourd'hui ; c'est la huitième ville du Brésil. Jaime Lerner, architecte-urbaniste, qui en a été le maire de 1971 à 1993, a fait partie des premiers élus à appliquer les principes du développement durable. Pour lui, la lutte contre le réchauffement climatique passait par l'incitation à laisser sa voiture au garage et par le rétrécissement des distances entre le domicile et le lieu de travail. A Curitiba, il a opté pour un projet urbain global et cohérent, avec la mise en place du BRT (bus rapid transit), un bus à haut niveau de service comparable à un métro de surface, et la création d'axes à forte densité de population et d'emploi autour des lignes du BRT. Ces innovations en matière de réseau de transport et de planification urbaine ont fait de Curitiba une ville modèle et ont été imitées dans de nombreuses villes du Brésil et du monde. Cependant, ce modèle n'a pas su évoluer pour s'adapter à l'explosion démographique qu'a connue Curitiba : le réseau de bus est aujourd'hui saturé et le quasi-monopole des principales compagnies de transport en commun empêche le développement de transports alternatifs.

A Medellin, un téléphérique ranime les quartiers défavorisés ⁽⁴³⁾

Avec 2,5 millions d'habitants, Medellin, deuxième ville de Colombie, était dans les années 1990 la ville la plus dangereuse au monde (6 000 morts violentes par an). Pour lutter contre l'insécurité et les inégalités, la municipalité a choisi de développer une politique d'urbanisme social afin de favoriser l'insertion des populations les plus précaires. La ville de Medellin est coincée dans une vallée entourée de montagnes. En 2003, il a été décidé de construire un téléphérique, le «métro-câble», afin de desservir les quartiers déshérités du nord-est de la ville, où les populations fuyant la misère et la guerre civile s'entassaient dans les favelas. Ce métro-câble a permis de désenclaver et de dynamiser la vie et l'économie des quartiers marginaux : au-delà de la prouesse technique, c'est une prouesse sociale. Accompagné d'actions socio-économiques (création d'écoles, d'HLM, d'espaces verts...), ce mode de transport, qui touche aujourd'hui 500 000 habitants, permet aux quartiers de se développer et favorise l'arrivée d'entreprises et de commerces. Medellin accueillait en avril 2014 le Forum urbain mondial. Une manière de saluer sa renaissance.

«Villes en transition» : l'exemple de Totnes ⁽⁴⁴⁾

Totnes, ville de 8 000 habitants située en Angleterre, au sud du Devon, s'est transformée en terrain d'expérimentation de la transition énergétique. Face aux dangers que représentent le dérèglement climatique et l'épuisement des ressources mondiales, Rob Hopkins,

professeur de permaculture originaire de Totnes, a travaillé avec un groupe d'étudiants sur un modèle de transition vers un monde sans pétrole. Le but est d'anticiper cette évolution inéluctable, sans attendre d'actions des gouvernements, mais en collaboration avec les autorités locales. Les habitants de Totnes, déjà sensibles aux questions environnementales, ont décidé d'adopter les conclusions de cette étude, en réduisant leur consommation énergétique et leur empreinte carbone. Une monnaie locale a été créée, dans le but de favoriser l'achat de produits locaux dans les commerces de la ville afin de limiter le gaspillage d'énergie et de contribuer à la survie des petites entreprises. En parallèle, un système d'échange de biens et de services à base de crédits a été mis en place, sans prendre pour base les conventions de l'économie formelle. Cette initiative citoyenne, qui préconise le passage de la dépendance au pétrole à la résilience locale*, a séduit et s'est largement répandue : on compte aujourd'hui au moins 400 «villes en transition», dans une quarantaine de pays.

L'approche globale d'une ONG : le GERES

Pour le GERES (Groupe énergies renouvelables, environnement et solidarité), les enjeux énergétiques, environnementaux et de réduction de la pauvreté sont interdépendants et interrogent l'organisation de tous les territoires. Créée en 1976, cette ONG de développement, basée à Aubagne (région PACA), s'est donné pour mission de contribuer à préserver l'environnement, limiter les changements climatiques et leurs conséquences, réduire la précarité énergétique et améliorer les conditions de vie des populations. Ses 200 professionnels (salariés et bénévoles) interviennent dans une douzaine de pays, en France, mais surtout en Asie et Afrique : foyers améliorés en biomasse-énergie au Cambodge, serres agricoles bioclimatiques en Mongolie pour lutter contre l'exode rural, agrocarburants* paysans en Afrique de l'Ouest (jatropha cultivé sur des surfaces réduites ou en agroforesterie)... Le GERES s'est particulièrement mobilisé à l'occasion de «l'année internationale de l'énergie durable pour tous», décrétée par l'ONU pour l'année 2012, soulignant que l'énergie est essentielle pour réduire la pauvreté, et que des techniques innovantes sont disponibles pour améliorer l'agriculture, la cuisson des aliments, ainsi que le fonctionnement des micro-entreprises de service.

⁽⁴⁰⁾ Source : Observatoire national de la précarité énergétique (ONPE).

⁽⁴¹⁾ En France, le seuil de pauvreté est une valeur relative : un individu est considéré comme pauvre quand ses revenus sont inférieurs à 50/60 % du revenu médian, soit environ 900 € par mois (valeur 2012). La situation extrême est celle des sans-abri et des sans-domiciles, dont le nombre augmente de manière considérable (voir « Le mal-logement », rapport d'un groupe de travail du CNIS, n° 126, juillet 2011).

⁽⁴²⁾ L'efficacité énergétique à travers le monde, sur le chemin de la transition, Revue Passerelle n°8, p. 78.

⁽⁴³⁾ Sur le métro-câble à Medellin : <http://www.objectifdeveloppement.fr/expo-photo/villes>

⁽⁴⁴⁾ <http://www.transitiontowntotnes.org> ; <http://www.arte.tv/fr/6808660.html>

Bibliographie

- *Précarité énergétique : 1 Français sur 5 peine à payer ses factures de chauffage*, Guillaume Bort, Economies d'énergie, toute l'actualité du Fioul, www.fioulreduc.com, 3/10/2014.
- *Comment Medellin est en train de renaître*, obsession.nouvelobs.com, 08/09/2014.
- *Bilan énergétique de la France en 2013*, 07/2014, www.developpement-durable.gouv.fr.
- *Précarité énergétique : le débat français à la lumière des exemples européens*, Lucas Chancel (Iddri), Les Cahiers de Global Chance, n° 35, 06/2014.
- *Spécial Villes en transition Bruxelles-Wallonie*, Le Moniteur du développement durable, n° 19, Printemps 2014.
- *Au Brésil, Curitiba, l'ex-ville modèle d'Amérique latine, peine à se réinventer*, lemonde.fr, M Académie Planète, 27/03/2014.
- Discours de Bruno Léchevin, Président de l'ADEME : «Précarité d'aujourd'hui, précarité en devenir, partageons les constats», intervention lors de la Journée organisée par le Conseil général de la Somme : «Transition énergétique : mettre l'accent sur la question sociale et la précarité énergétique, pour des logements économes, confortables et accessibles à tous», Amiens, 24 mai 2013.
- *L'efficacité énergétique à travers le monde*, Sur le chemin de la transition, Revue Passerelle n°8 ; Les Cahiers de Global Chance n° 32, octobre 2012.
- Dossier «Précarité énergétique», Convergence, revue du Secours populaire, 01/2012.
- *Pour une justice environnementale européenne : le cas de la précarité énergétique*, Eloi Laurent, OFCE, Débats et politiques, Economie du développement soutenable, n° 120, 11/2011.
- *Les dépenses d'énergie des ménages depuis 20 ans*, Insee Première, n° 1315, 10/2010.
- *L'Observatoire des inégalités*, Alternatives économiques, Poche n° 43, 03/2010.
- *Jaime Lerner : nos petits budgets nous poussent à la créativité*, terraeco.net, 28/03/2010.
- *La facture énergétique des ménages serait 10 % plus faible sans l'étalement urbain des dix dernières années*, Lucie Calvet, François Marical, Sébastien Merceron et Maël Theulière, INSEE, France, portrait social, éd. 2010.
- *Manuel de transition : de la dépendance au pétrole à la résilience locale*, Rob Hopkins, Editions Ecosociété, Montréal (Québec), 2010.
- *Groupe de travail Précarité énergétique (Rapport Pelletier)*, Plan Bâtiment Grenelle, 12/2009.

Sitographie

- www.ademe.fr
- Réseau RAPPEL (Réseau de la pauvreté et de la précarité énergétique dans le logement) www.precarite-energie.org/ ; www.cler.org/-Le-reseau-RAPPEL-
- www.fuel-poverty.org
- Groupe Objectif résilience, ouvert aux personnes engagées dans le mouvement « Territoires en Transition » :
- villesentransition.net
- www.transitionfrance.fr



7. Développer les énergies renouvelables

Les énergies renouvelables couvrent actuellement près de 20% des besoins mondiaux. Elles peuvent encore progresser notablement, sous certaines conditions.

Un peu d'histoire

Si le terme d'«énergie renouvelable» est relativement récent (1970), la totalité des énergies ainsi définies existe quasiment depuis l'origine de la terre, et leur utilisation par l'homme remonte à un passé très ancien. L'utilisation de la biomasse* accompagne la maîtrise du feu, il y a 500 000 ans ; après l'éclairage, le chauffage et la cuisson des aliments, apparurent la fusion des métaux et la cuisson des poteries. L'énergie solaire permettait le séchage des aliments, des céréales, du foin et... du linge ! Les sources géothermales furent à l'origine de nombreuses implantations humaines. Depuis les Egyptiens et les Grecs anciens, la force du vent a été mobilisée pour la propulsion des navires. L'énergie hydraulique fut utilisée en Perse et dans l'empire romain il y a plus de deux millénaires.

L'Europe du Moyen Age redécouvrit ces technologies (notamment les moulins à eau, à vent et à marée) dont l'usage perdura jusqu'à la fin du XIX^{ème} siècle. Considérées comme obsolètes parce qu'elles ne répondaient plus aux objectifs de productivité et de concentration industrielles, en raison de leur disponibilité aléatoire, elles ont été reléguées au rang d'objets de musée.

Dès avant le premier choc pétrolier*, on commença néanmoins à s'interroger sur le risque de pénurie des énergies fossiles et sur les dommages environnementaux qui leur sont associés. Des recherches et expérimentations furent engagées sur l'énergie solaire et la géothermie ; d'autres suivirent... Les énergies renouvelables font désormais appel à des technologies de pointe, qui n'ont rien à envier aux énergies concurrentes.

Des énergies nouvelles ou renouvelées

Les énergies renouvelables (45) utilisent des ressources se régénérant assez rapidement pour être considérées comme inépuisables à l'échelle de temps humaine. Elles sont issues de phénomènes naturels, réguliers ou constants, provoqués par les astres, principalement le soleil (rayonnement, phénomènes météorologiques et photosynthèse), ainsi que par la lune (marées) et la terre (énergie géothermique). Leur développement dépend de paramètres géographiques mais aussi de la volonté et de l'inventivité des populations.

On distingue couramment cinq grands types d'énergies renouvelables :

La biomasse

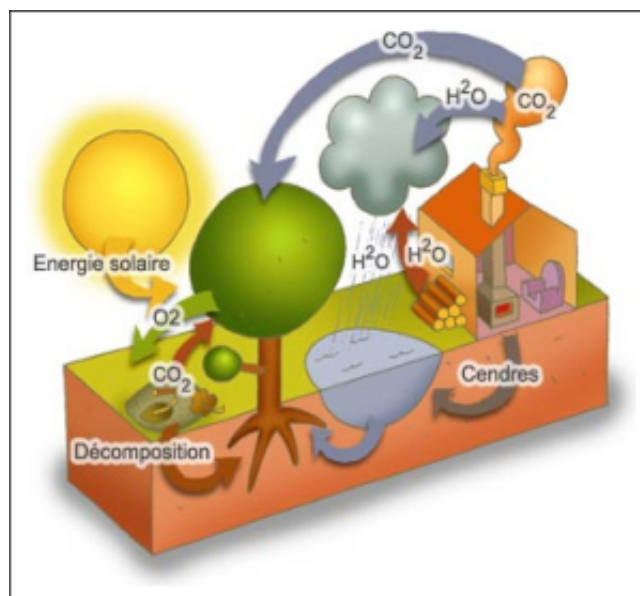
Pour les biologistes, le terme biomasse* désigne l'ensemble de la matière vivante qui, depuis toujours, nourrit l'humanité et contribue à satisfaire ses besoins élémentaires (se loger, se vêtir, se soigner...) ; la chimie organique en tire parti depuis longtemps. La biomasse végétale est issue du processus de la photosynthèse, qui induit le cycle court du carbone*. La biomasse est l'énergie renouvelable la plus commune et la plus utilisée sur la planète.

Depuis le premier choc pétrolier* (1973), son utilisation à des fins énergétiques (bioénergies) ou agronomiques a été réactivée. On la connaît sous diverses formes :

- bois de feu traditionnel et déchets ligneux produits par l'exploitation forestière et l'industrie du bois ;
- déchets du jardinage et de l'agriculture (tontes de gazon, feuilles mortes, élagages, fumiers et lisiers...) ;

- déchets des industries agroalimentaires (sucreries, distilleries, abattoirs...) ;
- fraction fermentescible des ordures ménagères et boues de stations d'épuration...

On considère que son exploitation raisonnée ne contribue pas à l'effet de serre*.



Source : <http://www.labiomasse.com>

(45) On les désigne parfois sous l'abréviation d'EnR (Energies nouvelles et renouvelables), ou encore EnR&R (Energies renouvelables et de récupération, lorsque l'on prend en compte les déchets organiques).

(46) Voir l'action du GERES (chapitre 6).

Les modes de valorisation de la biomasse

- **La combustion**, qui est le mode de valorisation le plus courant, est pratiquée dans le monde à partir de combustibles très divers : branches de taillis dans des pays comme le Burkina Faso (ou même galettes faites à partir d'excréments comme en Inde), bûches calibrées, plaquettes de bois déchiqueté, granulés et briquettes... Les rendements sont de ce fait extrêmement variables selon les contextes et les technologies ; à l'air libre, dans des foyers rudimentaires, le rendement est souvent inférieur à 10 % ; dans les cheminées à foyer ouvert, il ne dépasse guère 15 % ; avec les chaudières domestiques et les poêles performants, et surtout les chaudières collectives à alimentation automatique en cogénération*, on atteint des rendements de l'ordre de 85 %.

- **La méthanisation** est la dégradation anaérobie (à l'abri de l'air, sans oxygène) de la matière organique ; elle peut s'observer dans la nature (feux follets). Les pays asiatiques ont été parmi les premiers à utiliser ce procédé pour traiter les déjections animales, voire humaines. Depuis le premier choc pétrolier, de nombreux pays ont mis au point des installations très élaborées. La fermentation des déchets, assainis et désodorisés, produit du **biogaz***, riche en méthane*, qui est injecté dans le réseau de gaz naturel ou brûlé dans des chaudières fournissant de l'eau chaude, souvent en cogénération*.

- **La production de carburants** à partir de biomasse agricole (**agrocarburants***) s'opère à partir du traitement chimique de végétaux contenant des glucides (canne à sucre, betterave...) ou des lipides (colza, palmier à huile, jatropha...). Les carburants obtenus sont le plus souvent incorporés à l'essence (bioéthanol) ou au gazole (biodiesel). Le Brésil a été le premier pays à développer la production d'éthanol à partir de canne à sucre, suivi de nombreux pays de divers continents. Mais la production massive d'agrocarburants, au moyen d'engrais et de pesticides et aussi d'hydrocarbures en quantité non négligeable, concourt à la déforestation et à la pollution des territoires (voir chapitre 5). Néanmoins, des expérimentations sont actuellement conduites pour promouvoir des cultures paysannes d'agrocarburants dans une démarche de développement durable (46).

- **Un autre mode de valorisation de la biomasse** est le **compostage** : grâce à la fermentation aérobie (en présence d'oxygène), les déchets végétaux biodégradables se transforment en compost, qui enrichit la terre en humus et la revitalise, en se substituant aux engrais de synthèse. Depuis quelques décennies, on redécouvre les vertus du compost, dans la pratique individuelle et collective, par exemple à partir de la collecte des déchets verts. Le compostage est le support incontournable de l'agroécologie (voir chapitre 5).

L'énergie hydraulique

La force hydraulique est utilisée depuis plus de 5 000 ans. Pendant des siècles, les barrages hydrauliques implantés sur les rivières et les fleuves ont alimenté en énergie de nombreuses industries : métallurgie, textile, papier, minoteries... L'invention de la turbine hydraulique, dans le premier quart du XIX^{ème} siècle, puis l'association de la turbine à un générateur électrique, ont transformé les barrages hydrauliques en barrages hydroélectriques, qui fournissent de grandes quantités d'électricité. C'est la «houille blanche», devenue la première énergie renouvelable dans le monde pour la production d'électricité.

Les centrales actuelles fonctionnent selon plusieurs modèles :

- les centrales «d'écluse» utilisent la force de l'eau de manière intermittente (barrages d'Assouan, des Trois Gorges...), ce qui s'impose lorsque le débit des fleuves connaît de fortes variations saisonnières ;
- les centrales «au fil de l'eau» sont adaptées à un débit plus constant (barrage de Donzère-Mondragon...) ;
- les centrales de pompage-turbinage (centrale de Grand'Maison, dans les Alpes...) fournissent une grande quantité d'énergie électrique de manière quasi instantanée ; en France, on couvre ainsi les appels de puissance liés au chauffage électrique en période de grand froid ; le rendement énergétique de ces installations est toutefois très faible (de l'ordre de 25 %).

En ce début de 21^{ème} siècle, l'hydraulique représente 20 % de la production mondiale d'électricité, soit 6 à 7 % de l'énergie totale consommée. Son grand avantage est sa capacité de stockage d'énergie. Les barrages gigantesques, comme celui des Trois Gorges en Chine, génèrent cependant des problèmes environnementaux et sociaux importants (1,2 million de personnes déplacées) et sont donc controversés.

On associe généralement à l'énergie hydraulique des cours d'eau celle des estuaires, des mers et des océans ; diverses technologies existent déjà ou sont en cours d'expérimentation : énergie des vagues, des marées, des courants marins, énergie thermique des mers, énergie osmotique (échanges entre eaux douces et eaux salées)...

L'énergie géothermique

C'est l'énergie contenue dans les sources d'eau chaude (thermes) et les roches chaudes sèches existant dans le sous-sol. Utilisée depuis l'Antiquité, la géothermie alimente de nos jours des réseaux de chaleur fournissant le chauffage et l'eau chaude à des agglomérations, par exemple en région parisienne. Cette technologie est particulièrement développée aux Etats-Unis, aux Philippines, en Indonésie, en Islande, dans des régions présentant une forte activité volcanique.

L'énergie solaire

L'énergie solaire est disponible partout sur la Terre. Il s'agit d'une ressource abondante mais intermittente et variable. On connaît trois technologies principales.

Le solaire thermique est l'utilisation de la chaleur transmise par le rayonnement solaire. Dans les pays industrialisés, il s'est développé après le premier choc pétrolier. Les capteurs, le plus souvent en toiture, sont raccordés à un ballon, destiné à la fourniture d'eau chaude sanitaire et éventuellement au chauffage. Le ballon peut être couplé à une autre source d'énergie (électricité, gaz, fioul ou bois), pour compenser les absences de soleil. On estime que 200 millions de foyers dans le monde couvrent ainsi leurs besoins d'eau chaude, avec des installations parfois rudimentaires (un bidon peint en noir sur la terrasse...).

La maison solaire passive* constitue une des variantes du solaire thermique. Elle est le principe essentiel de l'architecture bioclimatique*. Il s'agit de profiter des apports solaires gratuits, notamment grâce à une bonne exposition, des vitrages adéquats, auxquels s'ajoute une isolation performante. Depuis quelques dizaines d'années, des progrès considérables ont été réalisés ; ils sont codifiés par la réglementation thermique* qui impose des normes aux constructeurs (étiquette énergie*).

Un autre usage du solaire thermique est **la cuisson des aliments**, qui peut se faire au moyen de **fours et cuiseurs solaires**, solutions préconisées dans les régions subissant la déforestation. Depuis 15 ans, l'association de solidarité internationale Bolivia Inti - Sud soleil développe ces technologies dans les Andes, en France et en Afrique.

Le solaire photovoltaïque est la production de courant électrique continu au moyen des photons contenus dans le rayonnement solaire. Cette transformation est assurée par des cellules à base de silicium regroupées en panneaux et modules. Le courant est utilisé directement par le producteur (particulier, entreprise, collectivité) ou vendu à un opérateur d'électricité. Cette technologie demeure coûteuse car le silicium, très abondant dans la nature, doit être purifié. Néanmoins, le recyclage des modules usagés est désormais possible grâce aux travaux des constructeurs allemands. Le photovoltaïque est un marché qui explose avec trois types d'utilisations. L'application la plus ancienne et la plus répandue à travers le monde (3 à 4 millions d'installations) est l'alimentation de sites isolés (47). Un développement plus récent est la création de toits photovoltaïques (le courant continu des modules est transformé en courant alternatif, soit consommé sur place, soit injecté dans le réseau et vendu à une compagnie d'électricité à un prix subventionné). Enfin, des centrales photovoltaïques de grande puissance ont été conçues, et des programmes importants sont en phase de réalisation au Japon et en Europe du Nord.

Le solaire thermodynamique à concentration est connu depuis l'Antiquité. Le démarrage d'un feu de feuilles mortes au moyen d'une loupe illustre ce principe. A l'inverse du photovoltaïque qui génère directement de

l'électricité, la chaleur du rayonnement solaire, orienté au moyen de miroirs, est concentrée afin de chauffer des fluides à des températures de 250 à 1 000 °C. Ce type de technologie a eu son heure de gloire en France avec des installations comme le four d'Odeillo ou la centrale Thémis dans les Pyrénées-Orientales au début des années 1980 mais l'avenir de cette filière a été concurrencé par le photovoltaïque. Des pays à fort ensoleillement comme l'Espagne, l'Australie ou le Maroc ont néanmoins continué à la développer.

L'énergie éolienne

C'est l'énergie mécanique générée par le vent (déplacement de masses d'air). Après les voiliers et les moulins à vent, tombés en désuétude, les premières éoliennes ont été utilisées pour le pompage de l'eau. Le premier choc pétrolier a relancé les recherches pour la production d'électricité et a abouti à un développement important au Danemark, puis aux Etats-Unis, en Allemagne et en Espagne et ces dernières années en Chine, qui est aujourd'hui le 1er producteur mondial. Les éoliennes modernes produisent de l'électricité au moyen d'un rotor qui tourne à vitesse lente. L'électricité est utilisée sur place (petites installations) ou injectée dans le réseau.

L'éolien est en progression dans le monde car il s'adapte à de nombreux sites. La puissance des machines atteint actuellement 3 à 4 MW. Néanmoins l'éolien terrestre est limité par des problèmes d'accès aux sites, du fait de la dimension des pales (jusqu'à 50 mètres de long). On s'oriente donc de plus en plus vers les installations maritimes. Les éoliennes off-shore, classées dans la catégorie des énergies marines, ont un meilleur rendement que les éoliennes terrestres car elles bénéficient de vents plus réguliers ; elles génèrent peu de nuisances, y compris pour la pêche car elles font l'objet d'études d'impact préalables à l'obtention de concessions maritimes publiques.

En France, cette alternative à l'électricité nucléaire semble prometteuse. C'est le pari qu'a fait en 2012 EDF Energies nouvelles, en lançant avec des partenaires quatre projets d'éolien offshore sur les sites de Saint-Nazaire, Saint-Brieuc, Courseulles-sur-Mer et Fécamp. Le projet comprend la création de 7 500 emplois et la fabrication en France d'une nouvelle éolienne par Alstom. Il devrait être opérationnel à l'horizon 2020.

Les hydroliennes (turbines hydrauliques - sous-marine ou à flots - utilisent l'énergie cinétique des courants marins ou fluviaux.

(47) On peut souligner à cet égard l'action particulièrement efficace de la Fondation Energies pour le monde (www.energies-renouvelables.org).

(48) Source : REN 21 (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century), rapport final 2014, rendu public durant le forum des Nations unies «Energie durable pour tous», juin 2014. Voir aussi : Rapport mondial 2014 sur les énergies renouvelables, Mediaterrre, UNEP Press REN 21.

(49) Source : Etat des énergies renouvelables en Europe, Edition 2013, 13ème bilan EurObserv'ER. (50) Source : www.touteleurope.eu.

(51) Source : www.developpement-durable.gouv.fr.

(52) cf. Bilan énergétique de la France en 2012, Commissariat général au développement durable, collection Références, juillet 2013.

Des énergies d'avenir

Les renouvelables dans le monde : près de 20 % de la consommation finale d'énergie

L'utilisation des énergies renouvelables reste limitée mais elle est en progression constante : leur part dans la consommation finale d'énergie est passée à 19 % en 2012 et a continué à croître en 2013, sauf pour la biomasse traditionnelle qui recule sensiblement et compte à présent pour moins de la moitié de la consommation finale d'énergie. Plus de 22 % de la production d'électricité mondiale provient d'énergies renouvelables. La Chine, les Etats-Unis, le Canada et l'Allemagne sont au premier rang en matière de capacité installée pour l'électricité (48).

La progression récente est surtout due aux pays en développement, alors que les pays européens sont en retrait. Sur les 144 pays qui ont des objectifs ou des politiques d'appui aux énergies renouvelables, on compte 95 pays en développement alors qu'ils n'étaient que 15 en 2005. Un nombre croissant de villes, d'Etats et de régions, rassemblés dans REN 21 (Réseau politique facilitant l'échange autour des énergies renouvelables) envisagent d'assurer la transition vers des secteurs 100 % énergies renouvelables.

En 2013, on comptait dans le monde 6,5 millions d'emplois directs et indirects liés aux énergies renouvelables.

Un accord de l'Union européenne pour 2030

L'Europe consomme 20 % de l'énergie produite dans le monde et importe plus de la moitié de son énergie. Elle s'était fixé un objectif de 20 % de renouvelables dans la consommation d'énergie finale en 2020, mais en 2012, elle n'avait atteint que 14 %, soit une faible partie de son mix énergétique*, dominé par le gaz, le pétrole et le charbon. Actuellement, les énergies renouvelables génèrent 1,2 million d'équivalents temps plein (49). Un grand pas dans la définition des objectifs a été fait le 23 octobre 2014, avec la signature par les 28 Etats-membres de l'accord «Paquet Energie-climat pour 2030», qui fixe à 27 % la part des énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie à cette échéance, ainsi qu'une réduction de 40 % des gaz à effet de serre*. Toutefois, cet accord a été déclaré contraignant pour l'ensemble de l'Union européenne et non pour les Etats séparément. Selon les signataires, ces dispositions paraissent tenables (50).

En France, un retard à rattraper

La France est le second pays européen, après l'Allemagne, pour la production et la consommation d'énergies renouvelables mais si l'on tient compte de la démographie, c'est la Suède qui arrive en tête, avec plus de 50 % d'énergies renouvelables dans son mix énergétique*. L'Autriche, la Finlande et la Lettonie dépassent les 30 %. La France, qui s'était fixé pour 2020 un objectif de 23 %, est à la traîne avec 14,2 % en 2013 (51) ; le bois-énergie totalise 63 % des renouvelables, dont 34 % pour le chauffage domestique et 11 % pour les usages collectifs et industriels, grâce aux aides apportées dans le cadre du Fonds chaleur de l'ADEME ; le photovoltaïque et le biogaz progressent, mais l'éolien est dans l'attente des projets

off-shore, même si des installations terrestres continuent d'être réalisées (52).

Du fait de la quasi-exclusivité donnée au nucléaire, les investissements dans la recherche technologique liée aux renouvelables ont été faibles, hormis pour l'hydroélectricité. La France accuse donc un retard important concernant les technologies, les créations d'emplois et l'utilisation de ces sources d'énergie. On dénombre 100 000 emplois directs dans ce secteur en France contre 350 000 en Allemagne.

Des acteurs se mobilisent malgré tout pour le développement des énergies renouvelables. Enercoop est par exemple la première coopérative en France à proposer une électricité 100 % renouvelable ; Energie Partagée, association et fonds d'investissement citoyen exclusivement consacré à l'efficacité énergétique et aux énergies renouvelables, permet à chacun de s'engager concrètement dans la transition énergétique, en investissant son épargne dans des projets autour de la production d'énergie renouvelable.

Des conditions et précautions indispensables

> Si prometteuses qu'elles soient, ces énergies alternatives ne pourront à elles seules apporter la solution à la raréfaction des sources d'énergie à court terme ; pour que leur contribution devienne significative, leur développement doit s'accompagner d'une forte politique de maîtrise de l'énergie.

> Le caractère renouvelable d'une énergie dépend non seulement de la vitesse à laquelle la source se régénère, mais aussi de la vitesse à laquelle l'énergie est consommée. Par exemple, le bois est une énergie renouvelable tant qu'on abat moins d'arbres qu'il n'en pousse. Le comportement des consommateurs d'énergie est donc un facteur à prendre en compte.

> Etant donné leur dispersion sur la planète, ces énergies devraient être utilisées de manière décentralisée, en particulier lorsqu'elles servent à produire de l'électricité, difficilement stockable. Cela implique, avant de les produire, de recenser les besoins sur le territoire considéré et de s'assurer d'être en phase avec ces besoins.

> Les installations gigantesques et les projets pharaoniques entraînent une modification des paysages et des écosystèmes et peuvent avoir des conséquences humaines ; les droits des populations locales sont souvent bafoués lors des décisions. C'est notamment le cas pour les grands barrages hydroélectriques, qui ont des inconvénients sociaux (déplacement de populations) et environnementaux (modification de la biodiversité, des microclimats) et peuvent provoquer des catastrophes en cas de rupture.

> Les projets sont parfois confisqués par des investisseurs désireux avant tout de retours financiers pour leurs actionnaires, alors que des associations citoyennes ont bien du mal à monter leurs projets. Le conflit commercial entre la Chine et l'Europe à propos du prix des panneaux photovoltaïques illustre le fait que les enjeux énergétiques existent aussi avec les énergies renouvelables.

Un bilan positif

Les énergies renouvelables ont de multiples atouts (53) :

> elles constituent une réponse adaptée aux besoins en progression des pays émergents : valorisation des ressources naturelles, rapprochement de la production et de la consommation et réduction des dépenses liées aux énergies fossiles ;

> elles contribuent à la sécurité d'approvisionnement et à l'indépendance énergétique de tous les pays, puisque, en dehors du bois, elles n'épuisent aucun stock et qu'elles protègent des risques de rupture d'approvisionnement et des aléas du marché ;

> elles assurent une maîtrise à long terme des prix de l'énergie puisqu'il s'agit de ressources gratuites, à l'exception du bois-énergie ; leurs coûts de mise en œuvre sont actuellement élevés en raison des frais de recherche et des investissements mais dans les décennies à venir, leurs prix pourraient se stabiliser et elles pourraient devenir moins chères que les énergies fossiles et le nucléaire, dont les coûts d'exploitation vont augmenter ;

> elles ne contribuent pas à l'effet de serre et ont un impact limité sur l'environnement ;

> elles sont adaptées à la production d'énergie décentralisée et sont moins sujettes à la spéculation ;

> elles offrent un potentiel de développement industriel et d'emploi.

Exemples d'initiatives

Architecture solaire passive et biomatériaux à Louvigny (Calvados)

13 familles ont choisi, en 2008, de se regrouper pour faire construire leur logement selon les principes de l'architecture solaire passive, en favorisant l'utilisation des biomatériaux et des énergies renouvelables. Cet ensemble, souvent appelé «les maisons des Z'écobâtitseurs», a été réalisé en structure bois (système poteau/poutre) avec remplissage des cadres par des bottes de paille. Le bois-énergie et le solaire thermique permettent le chauffage et la production d'eau chaude, avec différentes techniques : poêle à granulés ou à bûches, chauffe-eau ou chauffage solaires. Les résultats sur le plan thermique, confirmés par un suivi récent sur une année, sont très satisfaisants. La consommation d'énergie des maisons est de l'ordre de 36 kWh/m²/an, soit presque la moitié de la valeur réglementaire (RT 2012) en vigueur pour le Calvados. A titre d'exemple, la consommation hivernale de bois en bûches d'une des maisons, pour une surface habitable de 124 m², n'a jamais dépassé deux stères (54) sur les trois derniers hivers (120 à 150 €/an). Pour une autre, d'une surface habitable de 80 m², la consommation en granulés de bois, sur la même période, a été de l'ordre de 400 kg/an. Il est à noter que l'électricité des 13 maisons, fournie par Enercoop, est d'origine renouvelable.

Plaine Sud de Caen : photovoltaïque sur les toits des écoles (55)

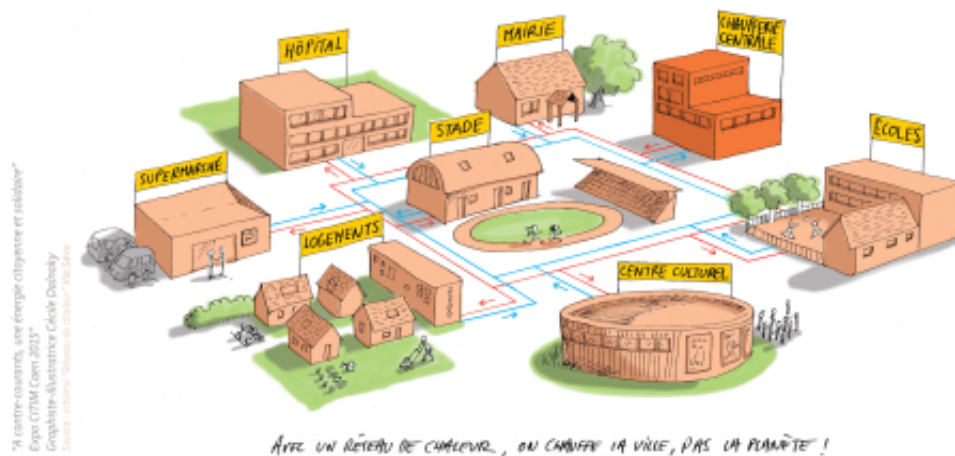
Depuis 2012, les écoles de Bourguébus, Garcelles et Saint-Aignan-de-Cramesnil, trois petites communes rurales de la Communauté de communes Plaine Sud de Caen dans le Calvados, sont couvertes de panneaux photovoltaïques et produisent de l'énergie solaire, revendue à EDF. A l'origine du projet, un groupe de citoyens désirant reposer la question du modèle énergétique de leur territoire. Trois écoles ont été identifiées et une SCIC (Société coopérative d'intérêt collectif) a été créée : «Plaine Sud Energies». Pour financer le projet, la SCIC a ouvert son capital : habitants et collectivités ont pris des parts sociales, ainsi qu'Energie Partagée, un fonds d'investissement citoyen consacré aux énergies renouvelables. Ce multi-actionnariat solidaire a permis à la SCIC de lever les 223 000 € nécessaires à l'achat et à la pose des 527 m² de panneaux photovoltaïques. Le projet comprend également un volet pédagogique, les élèves suivant un programme spécifique autour de l'énergie (56).

Biomasse Normandie : un plan bois-énergie audacieux et efficace

Biomasse Normandie, association régionale, a été créée en 1983. La recherche d'un débouché énergétique au petit bois des haies bocagères a évolué vers un «plan bois-énergie», en partenariat avec la Région Basse-Normandie et l'ADEME. Résultat : une structuration de la filière bois qui assure le fonctionnement de près de 170 chaufferies collectives sur le territoire normand, mobilisant 230 000 tonnes de bois par an. Ces chaufferies (puissance totale de 170 MW, soit l'équivalent de 1/6ème de réacteur nucléaire) alimentent principalement des réseaux de chaleur urbains. Pour assurer l'avenir de la ressource, l'association s'engage également dans la replantation (57). Autres volets de ses activités : l'assistance aux collectivités en matière de gestion des déchets ménagers et de compostage des déchets verts, et le suivi d'installations de méthanisation*.

Centre Bretagne : autonomie énergétique en 2025 pour le Pays du Mené

Dans ce «pays» des Côtes d'Armor de 6 500 habitants, une nécessité s'est imposée : faire face aux excédents de lisiers de porcs. S'inspirant d'une bourgade d'Autriche, les élus, agriculteurs et associations, réunis au sein du MIR (Mené Initiatives Rurales) lancent en 2011 une unité de méthanisation. Elle traite 75 000 tonnes par an de lisiers et déchets de l'agroalimentaire et produit en électricité l'équivalent de la consommation domestique du Mené. Depuis, d'autres projets ont pris corps : plates-formes bois-énergie et réseaux de chaleur, parc éolien, huilerie de colza, pépinière d'entreprises... Si la population adhère à une réduction forte des consommations d'énergie, l'autonomie énergétique pourrait être atteinte à l'horizon 2025 (58)



En France, 350 villes sont équipées d'un ou plusieurs réseaux de chaleur qui utilisent déjà plus d'un tiers d'énergies renouvelables et de récupération. L'objectif est de 50 % en 2020.

Le Salvador mise sur tous les renouvelables

Le Salvador est le plus petit pays d'Amérique centrale, mais ses richesses naturelles nombreuses lui permettaient d'afficher une part d'électricité renouvelable de 62 % en 2012, contre 38 % pour les combustibles fossiles. L'hydraulique est la première source électrique renouvelable du pays. Les centrales géothermiques représentent également un potentiel important ; elles ont produit en 2012 plus du quart de l'électricité du pays. Le Salvador a par ailleurs débuté en 2003 l'exploitation d'une filière biomasse, qui a contribué à 3,6 % de la production d'électricité en 2012 (59).

Islande : de la géothermie aux piles à hydrogène

L'Islande, petit pays de 320 000 habitants, est très riche en énergies renouvelables, encore peu exploitées, qu'elle apprend progressivement à gérer de manière innovante. En 2012, l'énergie primaire était fournie à 70 % par la géothermie et à 17 % par l'hydraulique. 80 % des habitations bénéficiaient de réseaux de chaleur valorisant l'eau chaude, parallèlement à la production d'électricité. Dès les années 1970, afin de valoriser l'électricité disponible à bas coût, un professeur de chimie a décidé de fabriquer de l'hydrogène et d'utiliser celui-ci dans des piles à combustible (PAC). L'objectif était de substituer l'hydrogène au pétrole pour le parc de bus de l'île, les bateaux de pêche et les voitures, afin de limiter l'usage des carburants fossiles et de réduire la pollution. En 2003, une station-service, équipée d'une pompe à hydrogène, approvisionnait déjà trois bus de ville. Depuis, des partenariats européens et hors Europe ont confirmé l'intérêt du projet, et plusieurs autres pays, malgré la concurrence des voitures électriques, investissent également dans cette technologie. BMW a déjà équipé 500 véhicules avec des piles à hydrogène et Berlin dispose d'une station-service à hydrogène liquide.

Bibliographie

- *Transition énergétique : Comment fait l'Allemagne*, Vincent Boulanger, éd. Les Petits Matins, Institut Veblen, 2015.
- *Utiliser les revenus de l'éolien pour financer la transition énergétique*, La Revue Durable, n°51, avril-mai-juin 2014, page 52 à 54.
- *Des fossiles aux renouvelables : le défi technique*, Henrik Lund, La Revue Durable, n°51, avril-mai-juin 2014, page 28 à 31.
- *Bilan énergétique de la France en 2012*, Commissariat général au développement durable, collection Références, juillet 2013.
- *Enercoop, la transition énergétique à la maison !*, Cyril Dion, dans La France en Transition, Kaizen, Hors Série n°2, octobre 2013, page 42 à 45.
- *Energie partagée : choisir ensemble l'énergie de demain*, Barnabé Binctin, dans La France en Transition, Kaizen, Hors Série n°2, octobre 2013, page 52 à 55.
- *Do it yourself : et si je co-construisais mon éolienne ?*, Jean-Claude Mengoni, dans La France en Transition, Kaizen, Hors Série n°2, octobre 2013, page 46 à 51.
- *L'électricité d'origine renouvelable dans le monde*, Observ'ER, 15ème inventaire, éd. 2013 - collection Chiffres et statistiques, www.energies-renouvelables.org/observ-er
- *Rapport mondial 2012 sur les énergies renouvelables - Résultats et conclusions 2012*, REN 21.
- *Le bois de la survie*, film documentaire réalisé par Abraham Fofana, Veenem Films, Burkina Faso, 2012.
- *Energies alternatives*, Ecrin (Echange et coordination recherche-industrie), sous la direction de Jean Bonnal et Pierre Rossetti, Omniscience, 2011.
- *Les 1 000 mots-clés du bois-énergie, Qu'est-ce que la biomasse ?*, Biomasse Normandie, www.biomasse-normandie.org.

(53) Source : Syndicat des énergies renouvelables (SER). - (54) Un stère de bois est égale à 1m3 de bûches.

(55) plainesud.energies@gmail.com - (56) *Energie partagée : choisir ensemble l'énergie de demain*, Barnabé Binctin, dans La France en Transition, Kaizen, Hors Série n°2, octobre 2013, page 52 à 55. - (57) www.biomasse-normandie.org - (58) www.ccmene.fr

(59) <http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/html/inventaire/pdf/15e-inventaire-Chap03-3.3.6-Salvador.pdf>

PARTIE IV - S'engager dans la transition : une démarche citoyenne et solidaire

Des alternatives existent mais s'engager dans la transition énergétique nécessite des politiques ambitieuses, basées sur les besoins réels plutôt que sur l'offre disponible, et reposant sur l'implication et la solidarité des personnes, des organisations, des collectivités et des États.

8. Un enjeu de démocratie

Le modèle énergétique actuel questionne fortement notre système démocratique. S'engager dans la transition nécessite que les citoyens se réapproprient les questions énergétiques.

Des constats préoccupants

Centralisation du pouvoir et technicisation des débats

Que ce soit au niveau des États ou des entreprises multinationales, on constate une centralisation du pouvoir aux mains d'un petit nombre de responsables (hauts fonctionnaires, dirigeants d'entreprises...). En France, ils sont issus pour la plupart du Corps des Mines, ces ingénieurs sortis parmi les premiers de l'Ecole polytechnique, qui occupent historiquement de nombreux postes de hauts fonctionnaires, conseillers ministériels ou encore de direction de grandes entreprises françaises, notamment dans les secteurs liés à l'énergie ; leur polyvalence fait évoluer la carrière de ces personnalités à des postes clés, tant administratifs que techniques ; les aléas de la vie politique ont finalement peu d'incidences sur les choix qu'ils opèrent, discrètement, au sommet de l'État ou des entreprises multinationales.

Il arrive aussi que **les réseaux familiaux** prennent une importance décisive. Ce fut le cas à l'époque du lancement du nucléaire en France par Valéry Giscard d'Estaing. A partir de 1974, le président a placé plusieurs de ses proches à des postes clés : la Société des mines d'uranium du Niger, Thomson-CSF, (fournisseur en électronique nucléaire), Framatome/Cogema, Saint-Gobain (fabrication du combustible nucléaire)...

La tendance à la **technicisation des débats** bloque la démocratie : les enjeux énergétiques sont souvent présentés comme relevant davantage de problèmes techniques que de choix politiques, et comme étant par ailleurs extrêmement complexes, ce qui les rendrait hors de portée des «simples» citoyens, qui n'auraient donc d'autres choix que de s'en remettre à l'avis des experts. **L'argument d'une prétendue complexité technique est ainsi mis en avant, au détriment des enjeux écologiques et sociétaux de l'énergie.**

La mainmise des entreprises multinationales

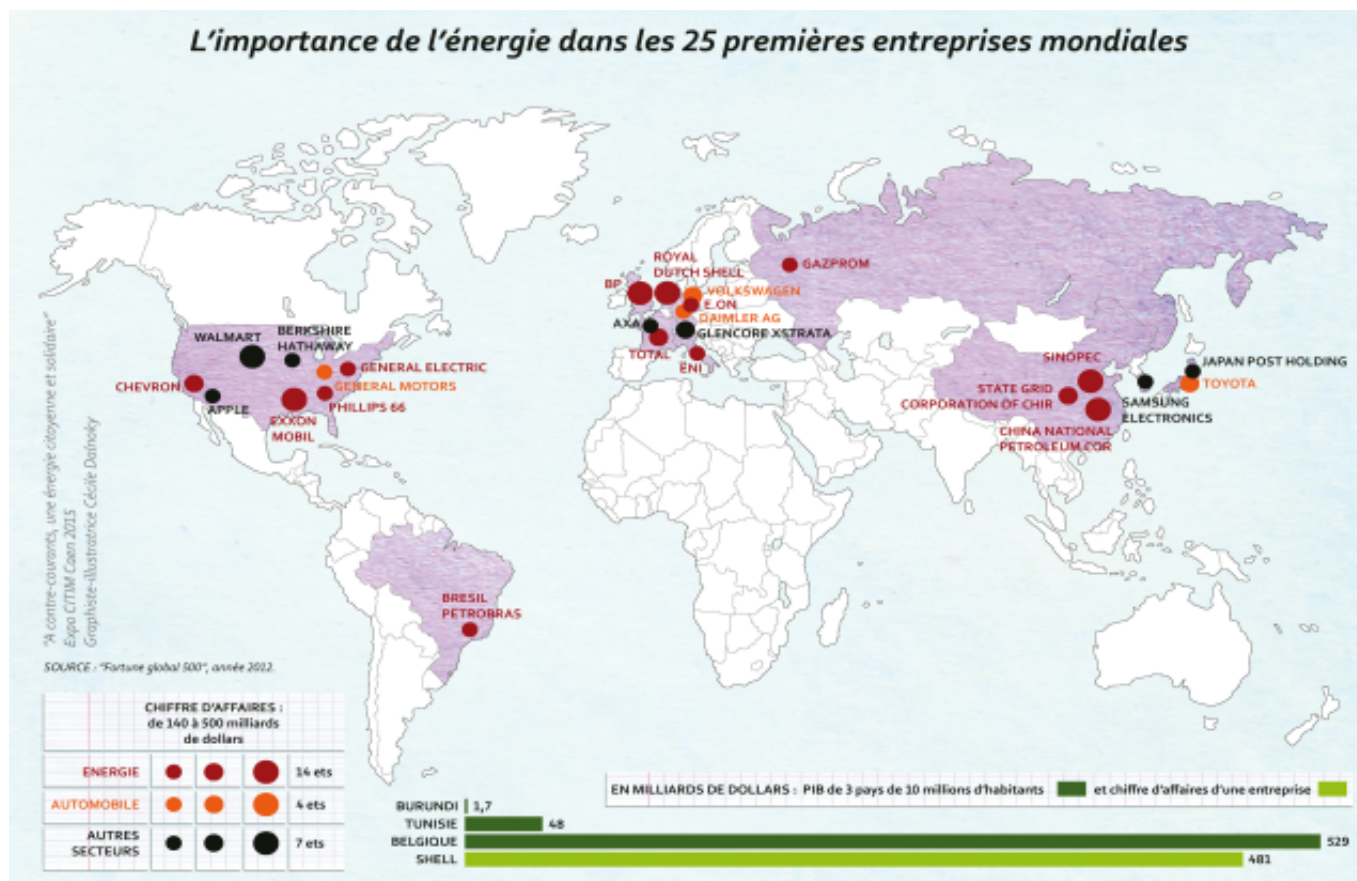
Dans le secteur de l'énergie (comme dans beaucoup d'autres), on observe **une concentration des capitaux** au profit des grands groupes qui achètent et transforment pétrole, gaz, charbon et uranium, et qui assurent leur distribution partout dans le monde ; ces sociétés négocient dans l'ombre et détiennent les moyens de faire pression sur les pays producteurs. A l'autre bout de la chaîne, la détermination des prix de vente est souvent obscure. Parmi les 25 premiers groupes de taille mondiale (par leur chiffre d'affaires), 14 entreprises sont directement liées à l'énergie et 4 sont liées à l'automobile, sans compter le poids des banques, des assurances et des sociétés de courtage (60).

La RSE, réel progrès ou greenwashing* ?

Depuis les années 1960 dans certains pays anglophones, et plus récemment en France, certaines entreprises s'engagent, de leur propre initiative ou sous la pression d'États ou d'organisations de la société civile, dans des démarches de «RSE», Responsabilité sociale (ou sociétale) des entreprises. Il s'agit pour elles d'appliquer les principes du développement durable et d'intégrer dans leurs activités des préoccupations sociales et environnementales, en prenant par exemple en compte la qualité des filières d'approvisionnement et de sous-traitance, le bien-être et la santé des salariés, l'empreinte écologique de leurs activités... La RSE a été à l'ordre du jour du sommet de la Terre de Johannesburg en 2002, auquel ont participé de grandes entreprises, en particulier françaises, des secteurs de l'environnement et de l'énergie.

La RSE est toutefois controversée : ses promoteurs y voient un progrès nécessaire, voire une avancée vers une redéfinition du rôle de l'entreprise et de ses relations avec la société civile et le pouvoir politique, tandis que ses détracteurs considèrent qu'il ne s'agit que d'une nouvelle forme de manipulation des entreprises multinationales, pour améliorer leur image et pouvoir poursuivre leurs activités librement, en ne s'imposant qu'un minimum de contraintes.

L'importance de l'énergie dans les 25 premières entreprises mondiales



Déréglementation des marchés de l'énergie : quelles conséquences ?

En France, depuis 1946 et jusque dans les années 1990, l'opérateur public EDF gère la quasi-totalité du marché de l'électricité, de la production à la commercialisation, en passant par le transport et la distribution. Dans la plupart des pays européens, la situation était comparable.

La déréglementation des marchés de l'électricité est assez récente : elle a commencé à être mise en œuvre au début des années 1990 au Royaume-Uni, puis dans les pays nordiques, en application des principes du libéralisme économique selon lesquels **la concurrence est le principal moteur de l'efficacité économique**. Cette déréglementation a ensuite été encouragée par la Commission européenne, dans l'objectif de créer **un marché commun de l'énergie** où le consommateur aurait le choix de son fournisseur.

Les directives européennes de 1996 et de 2003 relatives au marché intérieur de l'électricité ont été transposées en droit français par la loi de modernisation du service public de l'énergie de février 2000, puis par les lois d'août 2004 et de décembre 2006. **L'ouverture totale des marchés du gaz et de l'électricité est intervenue au 1er juillet 2004** pour les professionnels et au 1er janvier 2007 pour les particuliers.

Une nouvelle étape a été franchie en décembre 2010 avec **la loi NOME** (Nouvelle organisation des marchés de l'électricité), votée sous la pression de la Commission européenne. Son objectif est de «casser» le quasi-monopole d'EDF et de rendre le marché plus

concurrentiel, en obligeant EDF à revendre à ses concurrents une partie de l'électricité produite dans ses centrales nucléaires, à un tarif unique fixé par l'État (61), et en supprimant, à compter du 1er janvier 2016, les tarifs réglementés (c'est-à-dire fixés par le gouvernement) de vente d'électricité pour les gros consommateurs. En revanche, des tarifs réglementés sont maintenus pour les petits consommateurs. Seuls les fournisseurs historiques (EDF et les entreprises locales de distribution - ELD, voir paragraphe suivant) sont tenus de proposer ces tarifs ; les autres fournisseurs sont libres de fixer leurs prix.

La libéralisation du marché de l'électricité impliquait de séparer les différentes activités de production, transport, distribution et commercialisation, avant d'ouvrir la production et la commercialisation à la concurrence. Ainsi, dès 2000, a été créé le Réseau de transport d'électricité (RTE), service indépendant d'EDF. En 2004, EDF devient une société anonyme (SA) (62), comme, en 2005, sa filiale RTE. En 2008, une nouvelle filiale d'EDF est constituée : ERDF (Electricité Réseau Distribution France), service commun aux filiales de distribution d'électricité et de gaz. En 2016, ERDF change de nom et devient Enedis. La loi du 10 février 2000 a par ailleurs créé la CRE (Commission de régulation de l'énergie), autorité administrative indépendante, chargée de réguler les secteurs du transport et de la distribution de l'énergie (63).

(60) Source : Fortune Global 500, 2012 – voir carte.

(61) C'est l'ARENH, l'accès régulé à l'énergie nucléaire historique.

(62) C'était précédemment un EPIC (Etablissement public à caractère industriel et commercial). (63) www.cre.fr

(64) Sur les acteurs du marché de l'énergie, voir Energie-info, site d'information des pouvoirs publics : www.energie-info/Fiches-pratiques

Le bilan de la stratégie européenne concernant la déréglementation de l'électricité est pour le moment mitigé :

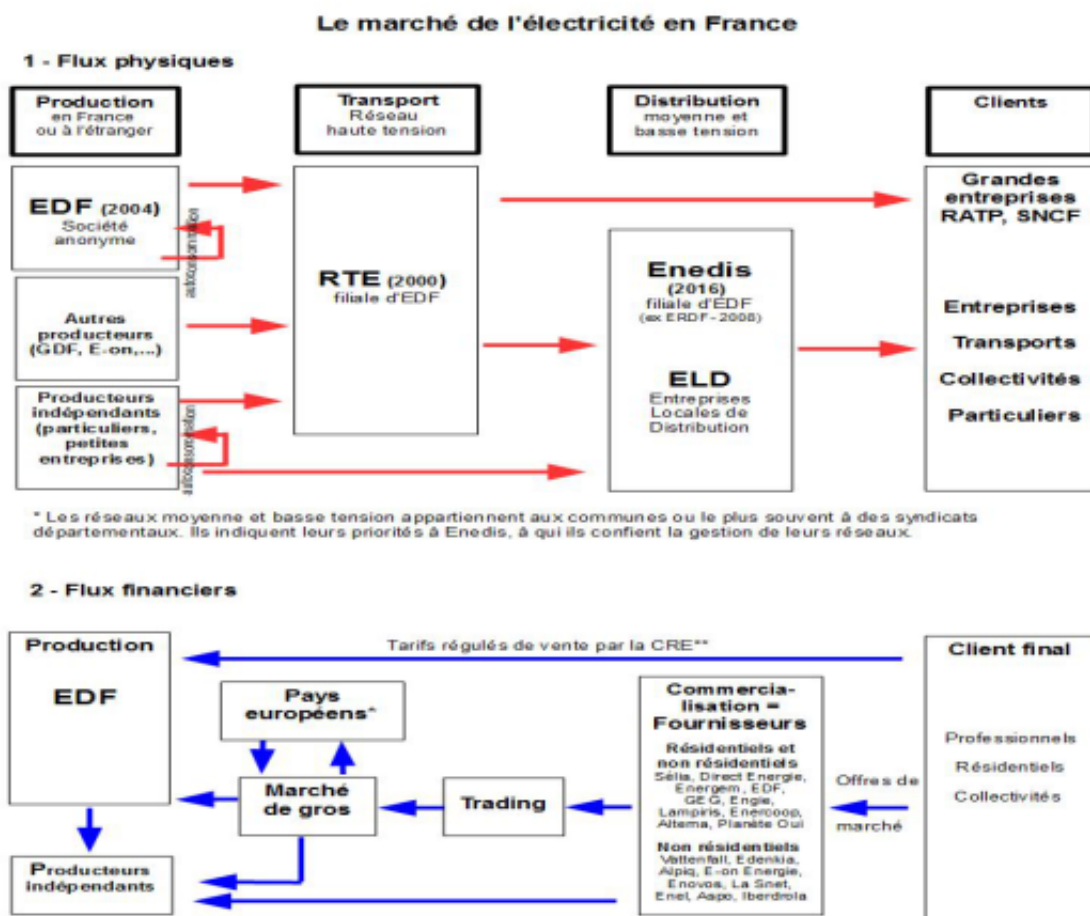
- d'une part, la concurrence forcée n'a pas permis la diversification de l'offre mais a entraîné au contraire une forte concentration des acteurs de l'énergie (producteurs, gestionnaires de réseaux, fournisseurs) (64) : par ailleurs, 96 % des particuliers et les 3/4 des entreprises continuent d'acheter leur électricité via EDF ;
- d'autre part, la libéralisation du marché s'est traduite par une hausse des prix pour les consommateurs et non par la baisse escomptée.

L'ouverture des marchés de l'énergie peut toutefois également représenter une opportunité pour l'émergence d'acteurs alternatifs, souhaitant promouvoir les énergies renouvelables, la décentralisation de la production et la possibilité pour chaque citoyen de s'approprier l'accès à l'énergie (voir paragraphe ci-après).

La nouvelle organisation du marché de l'électricité

Le marché de l'électricité est aujourd'hui organisé autour de quatre grands pôles :

- la production, totalement ouverte à la concurrence ; EDF y reste majoritaire, avec 75 % de la production française d'électricité d'origine nucléaire ; par ailleurs, depuis 2000, EDF et les entreprises locales de distribution ont l'obligation d'acheter à un tarif réglementé l'électricité produite à partir des renouvelables, de la valorisation des déchets ménagers et de la cogénération ;
- le transport, géré par RTE, qui consiste à acheminer l'électricité par des lignes à haute tension jusqu'au réseau de distribution, ou jusqu'au client final dans le cas des grosses entreprises, et à contrôler l'équilibre global du système électrique ;
- la distribution aux clients, au moyen des lignes à basse tension, ainsi que la relève des compteurs, assurées par Enedis (ex ERDF) et les quelques entreprises locales de distribution (ELD) - la distribution de l'électricité demeurant une activité régulée ;
- la commercialisation de l'électricité, ouverte à la concurrence, qui consiste à revendre «au détail» l'électricité produite (par EDF par exemple) ou achetée en gros, de gré à gré ou sur la bourse de l'électricité, Pownext (ces mouvements financiers, purement contractuels, ne correspondent à aucun mouvement physique d'électricité).



Le TAFTA : menace sur la maîtrise des politiques énergétiques

La promotion des principes de l'économie de marché et le renforcement du commerce entre les États-Unis, la Communauté européenne et ses douze États-membres constituaient la base de la **Déclaration transatlantique** du 22 novembre 1990, coopération qui intégrait également l'OTAN*. Après diverses étapes intermédiaires, le 13 février 2013, le président de la Commission européenne et le président des États-Unis signaient l'engagement de créer un grand marché transatlantique baptisé «Partenariat transatlantique pour le commerce et l'investissement» (PTCI). **Cet accord a été signé sans que les peuples et leurs parlementaires nationaux aient été informés et consultés.** L'enjeu n'est pas mince : il s'agit de confier la définition des règles du commerce et de l'investissement au secteur privé, en lui donnant la capacité de remettre en cause les législations et réglementations nationales dans tous les domaines où les normes en vigueur représenteront une entrave au profit.

L'étape finale est la signature d'un traité de libre-échange transatlantique (Transatlantic Free Trade Area – TAFTA – ou encore TTIP), entre l'Europe et les États-Unis. L'article 37 concerne le commerce de l'énergie et des matières premières : en permettant la mise en concurrence (et donc la privatisation) de la production et de la distribution de toutes les formes d'énergie, et en rendant possible la contestation de lois limitant ou interdisant l'usage de certaines d'entre elles (par exemple le gaz de schiste), cet article peut entraîner **la perte de la maîtrise de leur politique énergétique par les pouvoirs publics** : les États ne seront plus maîtres de leur sol et de leur sous-sol et n'auront plus le pouvoir de fixer les prix des produits énergétiques sur le marché national.

Les négociations avaient commencé dans le plus grand secret. Heureusement, de nombreuses associations, dont ATTAC, se mobilisent pour alerter sur cette menace pour les peuples d'Europe.

Un manque de transparence général des décisions relatives à l'énergie

Qu'il s'agisse des domaines civil ou militaire, les décisions en matière d'énergie sont marquées par **leur manque de transparence** : les populations sont rarement informées et consultées, y compris lorsqu'il s'agit de **choix décisifs**, notamment en matière nucléaire.

La prise de décision initiale

«Nucléaire : tout ce qu'on vous a caché» : c'est le titre de la brochure publiée en 1983 par l'Union de secteur CFDT et le CRILAN (Comité régional d'information et de lutte anti-nucléaire) de Saint-Lô. Ce document, qui n'a pas pris une ride, commence ainsi : «Il n'y a pas un seul endroit au monde où la décision de recourir au nucléaire a été prise de façon démocratique.» Pourquoi ? : «parce que le nucléaire, c'est bien trop compliqué pour que les gens soient capables de décider !». La vraie raison, c'est que l'information, parce qu'elle révèle les risques du nucléaire, est considérée comme une menace contre l'ordre public.

Aussi, est-elle sévèrement contrôlée et filtrée. Pour mettre en place le nucléaire, on n'hésite pas à remettre en cause des libertés fondamentales, comme la liberté d'expression et la liberté d'information : «Il faut faire en sorte que la population ne soit pas contaminée par la propagande anti-nucléaire».

Au-delà de la décision initiale de recourir au nucléaire, les populations ne sont également pas toujours bien informées ou consultées lors des décisions de construction d'une centrale en un lieu donné. Cela peut aussi être le cas pour les grandes installations liées aux énergies renouvelables, par exemple les barrages hydroélectriques, les fermes éoliennes et solaires ; les consultations servent surtout à entériner les choix effectués.



Les populations locales sont méprisées

En 1969, la première centrale nucléaire de l'Inde était ouverte à Tarapur, au Maharashtra (200 km au nord de Bombay). Dans un élan patriotique, les paysans locaux donnaient leurs terres fertiles. Aujourd'hui, la deuxième génération de ces fermiers manifeste pour pouvoir subvenir à ses besoins élémentaires. Un court-métrage, High power, raconte le parcours de ces paysans et pêcheurs qui ont perdu leurs terres, leurs lieux de pêche et surtout leur santé, fortement affectée par la centrale nucléaire. Le réalisateur, Pradeep Indulkar, est un ex-ingénieur de la centrale qui a quitté son travail à la suite d'une maladie liée au nucléaire et qui a travaillé sur ce projet de film durant douze années.

En cas d'accident

S'y ajoutent des difficultés d'accès à l'information. Lors de la catastrophe nucléaire de Tchernobyl en 1986, les populations locales ont été prévenues tardivement du danger ; en France, les informations officielles sur le passage du «nuage radioactif» et sur ses conséquences ont également été source de controverses, de nombreuses associations dénonçant un manque de transparence ; 30 ans après l'accident, le décompte des personnes contaminées est toujours impossible à établir. Les dangers liés à l'utilisation des technologies, tant civiles que militaires, sont des prétextes pour maintenir le secret, notamment en matière nucléaire.

Le silence de l'État français et des militaires

Dans le sud du Sahara algérien, la France a procédé à un essai nucléaire souterrain le 1er mai 1962. La montagne du Tan-Affela, sous laquelle était placée la bombe, s'est ouverte sous l'effet de l'explosion et un nuage très radioactif s'en est échappé, enveloppant les centaines de militaires et de civils présents. Tous, sans exception, furent contaminés à des degrés divers, y compris la population locale, jusqu'à Tamanrasset et au-delà. Personne n'avait été prévenu du risque lié à la radioactivité. Les conséquences ont été ignorées jusqu'à la loi Morin de 2010. Il a fallu le témoignage de deux scientifiques, alors jeunes militaires du contingent présents sur les lieux, pour lever une partie du voile.

Secret et accès aux données statistiques

Le secret «contamine» aussi les statistiques internationales et françaises : si l'ONU, l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), EDF ou AREVA livrent un certain nombre d'informations sur les tonnages d'uranium extraits ou utilisés par pays, il est impossible d'avoir une statistique exhaustive sur les quantités importées et exportées entre pays, alors que ces informations existent pour le charbon, le pétrole et le gaz. De plus, les statistiques internationales et françaises indiquent les consommations annuelles de charbon, de pétrole, de gaz... mais ne parlent ni d'uranium ni de réacteurs nucléaires. N'est comptabilisée que l'électricité, comme si l'électricité d'origine nucléaire était une forme primaire d'énergie. Cette confusion permet notamment aux dirigeants français de présenter la production électrique d'origine nucléaire comme nationale, alors qu'elle provient des centrales nucléaires et est donc produite à partir d'uranium importé.

Des stratégies pour se réapproprier les questions énergétiques

En France comme à l'étranger, de nombreux acteurs (citoyens, associations, élus locaux, entreprises de l'économie sociale et solidaire...) se mobilisent pour lutter contre les dérives énoncées ci-dessus et permettre une

réappropriation des questions énergétiques par les citoyens, tant dans le champ de l'information et de la sensibilisation que dans des projets concrets de transition énergétique.

L'information, la sensibilisation et la mobilisation citoyenne : des enjeux essentiels

Comme on l'a vu, les décisions en matière d'énergie manquent souvent de transparence et il n'est pas toujours facile d'avoir accès aux informations souhaitées, en particulier dans le domaine du nucléaire. L'information est donc un enjeu essentiel, pour permettre à chacun de se positionner en toute connaissance de cause. Plusieurs associations se sont ainsi donné pour mission de récolter, produire et diffuser une information alternative et indépendante sur les enjeux liés à l'énergie.

Certains **événements internationaux** représentent également des **opportunités de mobilisation importantes** pour faire entendre la voix des citoyens sur ces enjeux cruciaux. C'est par exemple le cas de la Conférence des parties ayant signé la Convention-cadre des Nations Unies contre le Changement climatique, qui se tient tous les ans et dont la dernière édition (**COP 21**) a eu lieu à Paris en décembre 2015. De nombreux acteurs se mobilisent en amont de cette conférence pour sensibiliser l'opinion et tenter de peser sur les négociations, dans l'espoir qu'elles aboutissent enfin à un accord satisfaisant.

De nombreuses associations se mobilisent également pour **sensibiliser les citoyens à la maîtrise des consommations d'énergie**, et **interpeller les pouvoirs publics** pour qu'ils agissent dans ce domaine. Même si la concertation et la consultation restent souvent limitées, les enquêtes et réunions publiques organisées au niveau local ou national, à l'occasion de l'implantation d'infrastructures de production d'énergie, de l'élaboration de l'Agenda 21* d'une collectivité ou encore de la définition d'une nouvelle politique, **sont l'occasion pour les citoyens de s'inviter dans le débat.**

Un acteur international de la lutte contre le changement climatique : le Réseau Action Climat

Le Réseau Action Climat - France (RAC-F), association fondée en 1996, s'intéresse prioritairement aux changements climatiques. C'est le représentant français du Climate Action Network International (CAN-I), réseau mondial de plus de 700 ONG dans 90 pays, dont le but est d'inciter les gouvernements et les citoyens à prendre des mesures pour limiter l'impact des activités humaines sur le climat. Le Réseau Action Climat - France regroupe 18 organisations nationales de défense de l'environnement, d'usagers des transports, de promotion d'alternatives énergétiques et de solidarité internationale. Citons parmi ses adhérents : Les Amis de la Terre, le CLER (Comité de liaison énergies renouvelables), la FNAUT (Fédération nationale des associations d'usagers des transports), Greenpeace, Oxfam-France, Sortir du nucléaire...

Le projet **Alternatiba**, notamment, vise à lancer une mobilisation citoyenne au niveau européen, pour, «d'une part, sensibiliser le public et les élus sur les conséquences dramatiques de l'absence d'accord international ambitieux, efficace, contraignant et juste sur le climat ; et d'autre part, montrer que les solutions existent, qu'elles ne sont pas une contrainte mais plutôt un élan formidable sur lequel l'avenir peut se construire».(65)

ACRO et CRIIRAD : informer encore et toujours !

Créée à la suite de la catastrophe de Tchernobyl, l'**ACRO** (Association pour le contrôle de la radioactivité dans l'Ouest) est née en 1986 de la mobilisation d'un millier de personnes, d'associations et de municipalités. Cette association indépendante est dotée d'un laboratoire d'analyse et agréée «protection de l'environnement». Elle poursuit un triple objectif : **informer**, par sa revue trimestrielle, «L'ACRONique du nucléaire», son site internet (www.acro.eu.org) et des réunions publiques ; **surveiller** la pollution radioactive dans l'environnement et l'alimentation ; **alerter et interpellier** les pouvoirs publics et les responsables, afin d'obtenir la communication d'informations et le respect de l'environnement et de la santé. Elle est basée à Hérouville-Saint-Clair, dans le Calvados.

Autre association indépendante née aux lendemains de la catastrophe de Tchernobyl, la **CRIIRAD** (Commission de recherche et d'information indépendantes sur la radioactivité - www.criirad.org) poursuit depuis 1986 une activité comparable à celle de l'ACRO. Elle est basée à Valence dans la Drôme.

ressources énergétiques locales (centrales thermiques ou hydrauliques, usines d'incinération des ordures ménagères, éoliennes, installations de cogénération...). Elles contribuent à l'aménagement du territoire et peuvent être des outils au service des élus pour conduire de véritables politiques énergétiques. Ce mode de distribution est également présent dans de nombreux pays européens, avec 2 000 entreprises et 75 millions de clients. (66)

L'exemple de Montdidier (67)

Créée en 1925, la Régie communale de Montdidier (Somme) figure parmi les 160 ELD françaises. Cet établissement public de proximité assure la distribution de l'électricité sur le territoire de la ville. En 2003, est mis en place le programme « Montdidier, ville-pilote en maîtrise de l'énergie », qui comprend des actions de sensibilisation et d'information, la mise à disposition d'aides financières, l'aide à la diffusion d'équipements performants et des actions exemplaires de la part de la collectivité. Au fil des années, cette commune picarde de 6 200 habitants est devenue productrice d'énergies renouvelables, avec pour objectif une autonomie à 100 % en 2015 : chaufferie bois alimentant le centre hospitalier, le collège, le lycée, le gymnase et une école maternelle, centrales photovoltaïques, parc de quatre éoliennes, réhabilitation de logements sociaux équipés de poêles à bois... Grâce à la régie autonome, les bénéfices de cette production reviennent entièrement à la commune.

Démocratiser et favoriser l'implication citoyenne dans la production et la distribution de l'énergie

De nombreux territoires (quartiers, villes, cantons...) expérimentent depuis plus ou moins longtemps une autonomie énergétique partielle ou totale, ce qui inclut la production locale d'énergie, sa distribution et sa gestion, mais aussi et surtout l'éducation à la maîtrise de l'énergie.

Les Entreprises locales de distribution (ELD) : des outils de politique énergétique locale

En France, suite à la loi de juin 1906 qui a confié l'organisation du service public de distribution d'électricité aux communes, des Entreprises locales de distribution (ELD) ont été créées par les collectivités pour assurer ces missions de service public. Lors de la loi de 1946 sur la nationalisation de l'électricité et du gaz, qui a abouti à la création d'EDF, certaines ELD ont obtenu un statut dérogatoire et ont pu poursuivre leurs activités. Actuellement, **160 assurent 5 % de la distribution d'énergie électrique dans 2 800 communes, pour près de 3,5 millions d'habitants**. Les ELD sont également présentes dans le domaine de la production d'énergie : certaines exploitent des moyens de production décentralisés, contribuant ainsi au développement des

Des projets citoyens de transition énergétique

Le développement des énergies renouvelables, notamment, peut permettre une gestion plus démocratique de l'énergie, à condition que la production ne soit pas aux mains des grands groupes, mais qu'elle soit gérée de manière décentralisée et/ou coopérative.

Des **coopératives citoyennes** se sont ainsi engagées dans la production d'énergie renouvelable, mais aussi dans la gestion des réseaux et la fourniture d'énergie, souvent en lien avec des régies communales.

Ces coopératives représentent **une forme très aboutie de réappropriation locale de l'énergie**, du fait de leur gouvernance démocratique fondée sur le principe «un membre = une voix». Elles ont également d'autres avantages : elles facilitent l'acceptation des installations locales de production d'énergie, notamment éoliennes (qui se heurtent sinon parfois à des oppositions virulentes), elles incitent leurs membres à économiser l'énergie et elles aident à faire prendre conscience de l'importance de la transition énergétique.

Ce n'est probablement pas un hasard si les pays européens les plus avancés en matière de transition énergétique (le Danemark et l'Allemagne) sont aussi ceux où la participation citoyenne aux infrastructures de production et de distribution d'énergies renouvelables - notamment via les coopératives - est la plus élevée.

Ainsi, selon La Revue Durable : «Les coopératives offrent donc une réelle opportunité aux particuliers, qui tous consomment de l'énergie, de mettre un pied dans les secrets de sa production. Et contribuent ainsi, par ricochet, à faire naître une "citoyenneté énergétique" essentielle pour engendrer une implication accrue dans la transition énergétique et un soutien à sa mise en œuvre» (68)

(65) <https://alternatiba.eu>

(66) *Les entreprises locales de distribution d'énergie. L'originalité d'un service local de proximité. Panorama – Enjeux – Perspectives*, ANROC_livre-blanc, octobre 2012.

(67) *Montdidier : commune à énergie positive*, Pascal Greboval, dans La France en Transition, Hors-Série Kaizen, octobre 2013, page 56 à 59.

(68) Dossier «L'énergie citoyenne est vitale pour la transition énergétique», La Revue Durable, N°51, avril-mai-juin 2014.

Bibliographie

L'émergence d'Enercoop, coopérative de commercialisation d'électricité d'origine renouvelable

En France, au printemps 2004, à la veille de l'ouverture du marché de l'électricité à la concurrence, des acteurs de l'économie sociale et solidaire et des énergies renouvelables se sont réunis pour réfléchir à la création d'un fournisseur alternatif, éthique et responsable. En septembre 2005, Enercoop naît juridiquement sous la forme d'une Société coopérative d'intérêt collectif (SCIC) et est reconnue «entreprise solidaire» en 2006. Cette structure réunit des acteurs pouvant avoir des intérêts divergents (producteurs, consommateurs, associations, collectivités locales et salariés de la SCIC), selon un fonctionnement démocratique et transparent. Au-delà de la commercialisation de l'électricité, l'ambition d'Enercoop est de promouvoir les énergies renouvelables, défendre la maîtrise de la consommation d'énergie, décentraliser la production et offrir à chaque citoyen la possibilité de s'approprier l'accès à l'énergie. La quasi-totalité des bénéfices est réinvestie au profit des énergies renouvelables et de la maîtrise de la consommation d'énergie. En 2014, Enercoop représente une puissance installée de 50 000 kVA (40 000 kW) et regroupe 21 000 consommateurs et 15 000 sociétaires. Huit coopératives régionales ont été créées et deux sont en cours de création, dont une en Normandie.



- *Sans relâche : décrypter, expliquer, proposer*, Les Cahiers de Global Chance n°38, 2016, 82 p.
- *AT(h)OME, le jour où la France irradia le Sahara*, film documentaire 53 mn, 2016.
- *Les sentinelles de l'atome*, film documentaire, 52 mn, 2014.
- *Accords de libre-échange tous azimuts : cinquante États négocient en secret la libéralisation des services*, Raoul Marc Jennar, Le Monde diplomatique, septembre 2014.
- *Le Danemark tourne le dos aux énergies fossiles et vise le 100% renouvelable*, Frede Hvelplund, La Revue Durable, n°51, avril-mai-juin 2014, page 24 à 26.
- *Les coopératives d'énergie poussent la transition énergétique en Allemagne*, Andreas Rüdinger, La Revue Durable, n°51, avril-mai-juin 2014, page 32 à 35.
- *L'extraordinaire et véridique histoire des rebelles de Schönaau*, La Revue Durable, n°51, avril-mai-juin 2014, page 39 à 41.
- *Le financement participatif au secours de la transition*, La Revue Durable, n°51, avril-mai-juin 2014, page 50-51.
- *L'énergie citoyenne, pierre philosophale de la transition énergétique*, La Revue Durable, n°51, avril-mai-juin 2014, page 61-62.
- *Guide sur l'énergie citoyenne*, La Revue Durable, n°51, avril-mai-juin 2014, page 63-64.
- *La France nucléaire. L'art de gouverner une technologie contestée*, Sezin Topçu, 352 p., Éditions du Seuil, collection Sciences humaines, 2013.
- *High Power*, film documentaire de Pradeep Indulkar, Inde, 2013.
- *Avenir radieux, une fission française*, Nicolas Lambert, Éditions L'Echappée, 2012.
- *Enquête sur une industrie contestée : ouverture du marché de l'électricité ou l'impossible victoire du dogme libéral*, Tristan Coloma, Le Monde diplomatique, octobre 2011.
- *Électricité : l'inévitable hausse*, Marc Chevallier, Alternatives économiques, n° 269, mai 2008.
- *Guide de survie dans la jungle du marché de l'électricité*, Attac, 2007.
- *Secret nucléaire et droit à l'information*, L'ACRONique du nucléaire, n° 72, mars 2006.
- *Secret défense* (arrêté du 24/07/2003), L'ACRONique du nucléaire, n° 63, déc. 2003, pp. 4-22.
- *Nucléaire : la démocratie bafouée*, La Hague au cœur du débat, Didier Anger, éd. Yves Michel, 2002, 276 pages.
- *Nucléaire, tout ce qu'on vous a caché*, par la Cfdt et le Crilan de Saint-Lô, 1ère édition, 1983.

9. Politiques publiques et choix de société

La transition énergétique est un choix de société. Elle relève des comportements collectifs et nécessite des politiques publiques ambitieuses et adaptées.



De nouveaux métiers.

La transition énergétique s'accompagne d'activités nécessitant de nouvelles qualifications. Parmi les enjeux majeurs : aider des milliers de salariés concernés à se reconvertir et faciliter l'orientation des jeunes vers ces nouveaux métiers.

Maîtriser nos consommations d'énergie : «l'énergie la moins chère et la moins polluante est celle qu'on ne consomme pas !»

Le modèle actuel de consommation des pays riches, inscrit dans une logique de profit et de croissance économique, n'est pas durable. Il ne permettra pas que l'énergie devienne un droit pour tous les habitants de la planète. A elle seule, la modulation de la part de chaque source d'énergie dans le bilan d'approvisionnement (un peu plus de solaire ou d'éolien, par exemple) est loin d'être suffisante pour éviter à la fois la pénurie d'énergie et un réchauffement climatique trop rapide et important. Même si l'utilisation des énergies renouvelables se développe beaucoup, la nécessité pour les pays industrialisés de réduire leur consommation énergétique apparaît comme une priorité incontournable : il faut impérativement maîtriser la demande et le volume d'énergie dépensée. Il s'agit d'économiser au mieux les énergies disponibles sans en priver ceux qui en ont un besoin vital. Cette régulation de la consommation est avant tout une question de politiques publiques.

Améliorer l'adéquation entre les formes et les usages de l'énergie

Toutes les formes d'énergie ne sont pas équivalentes : elles ont toutes des avantages et des inconvénients, variables selon leur nature et la localisation des ressources ; elles ne sont pas adaptées à tous les usages. Ainsi, l'énergie «noble» qu'est l'électricité devrait être réservée à des usages spécifiques (éclairage, électro-ménager, informatique...), ne pouvant être couverts par les autres formes d'énergie. Pour la production de chaleur, d'autres

sources d'énergie (bois, fuel, gaz, solaire thermique...) ont un meilleur rendement «réel» (voir chapitre 1).

Promouvoir l'efficacité énergétique

L'efficacité énergétique consiste à fournir un meilleur service avec une moindre consommation d'énergie, aussi bien en matière d'isolation des bâtiments, de performance des appareils de chauffage et électroménagers, de consommation des véhicules et de réduction des nuisances environnementales provenant des combustibles et carburants. Elle se traduit par la mise en place de normes et de labels.

Prendre en compte l'énergie grise

Tout ce qui est produit de manière industrielle consomme de l'énergie à différentes étapes : conception, fabrication, transport, commercialisation, recyclage ou destruction. Cette énergie «invisible» est appelée «énergie grise». Toute consommation inutile est donc un gaspillage d'énergie. Par ailleurs, lorsqu'il s'agit d'un produit importé, l'énergie ainsi consommée échappe aux statistiques nationales alors qu'elle est pourtant bien réelle. Pour évaluer le coût énergétique réel d'un produit et lui donner sa juste valeur, il faudrait pouvoir prendre en compte cette énergie grise.

Lutter contre «l'obsolescence programmée»

La notion d'obsolescence programmée, inconnue du grand public il y a peu, marque une réalité que nous connaissons tous et qui est un des symboles du gaspillage de nos sociétés.

L'obsolescence d'un objet se situe à trois niveaux :

- le premier correspond à **l'évolution des techniques** ;

- le deuxième **est lié à la mode** : c'est «l'obsolescence psychologique» ; selon Marine Fabre, membre du réseau écologiste Les Amis de la Terre, et citée par le site Owni, des distributeurs d'électroménager ont reconnu que l'obsolescence "est surtout le fait des consommateurs, qui poussent la consommation technologique et veulent toujours le produit dernier cri" ;

- le troisième, appelé «**l'obsolescence programmée**», est une stratégie délibérée de la part des industriels, afin que les produits aient une durée de vie plus courte qu'ils ne devraient, soit en limitant la disponibilité des pièces de rechange, soit en faisant en sorte qu'un élément du produit devienne rapidement défectueux et irremplaçable ; cela concerne les appareils numériques, mais aussi l'électroménager, les voitures...

En France, une proposition de loi pour lutter contre cette pratique a été envisagée en 2013 : elle prévoyait de créer un «délit d'obsolescence programmée» (en cas d'utilisation intentionnelle de pièces de moindre qualité pour limiter la durée de vie des appareils), de prolonger de six mois à deux ans le délai durant lequel le consommateur pourrait faire jouer la garantie sans besoin de prouver le défaut de conformité, et de rendre les pièces détachées disponibles pendant 10 ans. Cette proposition n'a pas été adoptée par les députés et les sénateurs, sous la pression des lobbies de l'industrie et de la grande distribution.

Encourager la sobriété

Pour l'association négaWatt, un groupe d'experts de l'énergie constitué en 2001 pour promouvoir la transition énergétique, la sobriété énergétique «**consiste à interroger nos besoins puis agir à travers les comportements individuels et l'organisation collective sur nos différents usages de l'énergie, pour privilégier les plus utiles, restreindre les plus extravagants et supprimer les plus nuisibles**». Sobriété n'est donc pas synonyme de privation mais de redéfinition des besoins pour lutter contre le gaspillage et modérer nos consommations.

La sobriété se distingue de l'efficacité énergétique, qui consiste à agir, essentiellement par des choix techniques, sur la quantité d'énergie nécessaire pour satisfaire un service énergétique donné.

Ainsi, la sobriété énergétique sur le chauffage d'un bâtiment consiste à ajuster la consigne de chauffage à un niveau raisonnable. Une action d'efficacité énergétique consiste à isoler thermiquement un bâtiment et/ou à installer une chaudière plus efficace.

Le rôle des politiques publiques, à différents niveaux

Comme le montrent différents scénarios (voir page 45), des politiques publiques volontaristes et ambitieuses sont indispensables **pour encourager la sobriété et promouvoir l'efficacité énergétique**, notamment par la mise en place de **dispositifs d'incitations, de contrôle, et de répression**.

En matière de développement des énergies renouvelables également, des politiques publiques volontaristes sont nécessaires pour soutenir et développer les alternatives existantes, favoriser la recherche et l'innovation industrielle et faciliter la création de filières industrielles spécifiques.

Enfin, le rôle des politiques publiques est essentiel pour traiter la délicate question de **la reconversion des salariés et des secteurs d'activités** concernés par les changements : la transition énergétique s'accompagne en effet de nouvelles activités nécessitant de nouvelles qualifications ; un des enjeux majeurs est d'aider les milliers de salariés concernés à se reconvertir, en tenant compte de leurs compétences et de leurs avis, pour aller vers d'autres formations et d'autres métiers. Parallèlement, il s'agit de faciliter l'orientation des jeunes vers ces nouveaux métiers.

Les choix français

Depuis la création du Commissariat à l'énergie atomique par le général de Gaulle en 1945, la France poursuit une politique énergétique reposant sur le nucléaire civil et militaire : l'essentiel des investissements matériels et humains, y compris et surtout en matière de recherche, lui est consacré. En comparaison, le budget alloué à la maîtrise de l'énergie et aux énergies renouvelables est très faible. A la suite des chocs pétroliers de 1973 et 1979, des politiques de maîtrise de l'énergie ont été mises en place dans divers pays européens. En France, l'Agence pour les économies d'énergie (AEE, créée en 1974), est devenue l'Agence française pour la maîtrise de l'énergie (AFME, 1982), en intégrant le commissariat à l'énergie solaire (COMES, 1978). En 1990, l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) a pris le relais, en incluant la gestion des déchets (ANRED, 1975) et une forte orientation pour le développement durable et la lutte contre le changement climatique. Parmi ses missions, figurent l'amélioration de l'efficacité énergétique dans les bâtiments et les transports et la promotion des énergies renouvelables. Par différents moyens, elle incite les acteurs professionnels à adopter des comportements plus responsables. Les Espaces info-énergie (devenus «Rénovation Info Service») fournissent l'information aux particuliers.

Les scénarios de transition énergétique

Il existe de nombreux scénarios énergétiques, qui envisagent l'évolution future de la production et de la consommation d'énergie. Ils peuvent être de types très différents :

- des scénarios prévisionnels qui prolongent les tendances actuelles (appelés aussi «scénarios tendanciels») ou des scénarios prospectifs qui imaginent des ruptures ;
- des scénarios qui portent sur l'ensemble de l'énergie ou qui ne traitent que d'une partie du système, comme l'électricité ;
- des scénarios institutionnels ou des scénarios portés par des acteurs industriels ou associatifs.

Ces scénarios sont des outils importants pour penser les trajectoires à moyen et long terme. La plupart d'entre eux intègrent une analyse des coûts et des conséquences socio-économiques (notamment sur l'emploi) des différents choix possibles. Ainsi l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) a réalisé une évaluation macro-économique des visions énergétiques 2030-2050 qui montre que «La lutte contre le changement climatique entraîne un regain d'investissement, des créations d'emplois dans les filières vertes bien supérieures aux destructions de postes dans la branche des énergies fossiles et des filières énergivores, et une nette contraction du déficit de la balance commerciale.» Le scénario de l'ADEME serait a priori aussi plus favorable à la croissance économique.

Pour le cas français, l'un des scénarios les plus complets est celui de l'association négaWatt. Il est basé sur trois piliers : sobriété, efficacité et développement des énergies renouvelables. La démarche est de partir des besoins en énergie, analysés par secteur d'activité, pour en déduire la consommation d'énergie nécessaire à leur satisfaction, après application des mesures d'efficacité et de sobriété. Ces consommations sont ensuite comparées au potentiel de production des énergies renouvelables. Les énergies fossiles servent de variables d'ajustement pour fournir le complément de production nécessaire et assurer l'équilibre entre l'offre et la demande.

Quelques exemples de scénarios

- «Roadmap 2050» - Commission européenne (2011)
- «Scénario prospectif énergie-climat air» - DGEC/ENERDATA/CITEPA (2011)
- «Contribution à l'élaboration de visions énergétiques 2030-2050» - ADEME (2012)
- «Scénario Negawatt – Dossier de synthèse» - Negawatt (2011)
- «Projet EnCILowCarb, scénario bas carbone pour la France» - CIRED (2010)
- «Sortie du nucléaire en 20 ans» - Global Chance (2012)
- «Scénario de transition énergétique» - Greenpeace (2013)
- «Négatep – Diviser par 4 les rejets de CO₂ dus à l'énergie» - Sauvons le Climat (2012)
- «Electricité 2030 : quels choix pour la France ?» - UFE, Union Française de L'Electricité (2012)

Le scénario négaWatt en 10 points-clés :

- La démarche commence par la **sobriété énergétique**, qui repose sur les comportements individuels et collectifs.
- Une politique très volontariste d'**efficacité énergétique** s'ajoute aux actions de sobriété et diminue la demande en énergie primaire de plus de 65 % en 2050 par rapport à la situation en 2010.
- Malgré cette réduction, un **haut niveau de services énergétiques** est maintenu pour les besoins de chaleur, de mobilité et d'électricité spécifique.
- Un **recours prioritaire aux énergies renouvelables** (90 % des ressources énergétiques de la France en 2050, répartis en une dizaine de filières) assure à la fois la sécurité d'approvisionnement et une véritable indépendance énergétique. Près de la moitié est issue de la biomasse, tandis que les filières éoliennes et photovoltaïques représentent une part prépondérante de la production d'électricité.
- Une **gestion coordonnée** (et non plus concurrentielle comme aujourd'hui) **des réseaux de gaz, d'électricité et de chaleur** permet de répondre à tout instant aux besoins.
- La **fin des «fossiles faciles»** est anticipée. Leur utilisation se limite à la pétrochimie et aux matières premières industrielles, ainsi qu'à quelques usages très spécifiques tels que l'aviation.
- Le système énergétique est presque totalement exempt d'émissions de carbone malgré un **arrêt maîtrisé et cohérent de toute production d'électricité nucléaire** d'ici 2035, au fur et à mesure de la fermeture des réacteurs lorsqu'ils approchent 40 ans de fonctionnement.
- Par rapport à 2010, les **émissions de CO₂ sont divisées par 2 en 2030 et par 15 en 2050**. Les émissions cumulées de CO₂ sur la période 2011-2050 sont conformes au poids démographique de la France dans une logique d'équité mondiale, et compatibles avec l'objectif de limiter la hausse moyenne de la température sur Terre en dessous de 2°C d'ici 2100.
- L'usage **équilibré et soutenable des sols** respecte l'ordre des priorités alimentation -> biodiversité -> matériaux -> énergie.
- La France avance vers l'autonomie et la démocratie énergétiques, en redonnant aux territoires et à leurs acteurs une place centrale dans le paysage énergétique et en créant des centaines de milliers d'emplois durables dans la rénovation thermique des bâtiments, l'installation et l'exploitation des énergies renouvelables, la mise en place de nouveaux moyens de transports collectifs. Tous ces secteurs ont en effet un fort potentiel d'emplois non délocalisables, dont le financement est assuré par la réduction progressive et continue des importations de pétrole et de gaz qui représentent aujourd'hui 70 milliards d'euros par an et ne créent que très peu d'emplois.

A l'international, des politiques climat ?

Dès 1972, le Club de Rome, un groupe de réflexion réunissant des scientifiques, des économistes, des industriels, des fonctionnaires nationaux et internationaux de plus de cinquante pays, alerte sur les limites possibles de la croissance. En 1987, le rapport Brundtland, une publication de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement de l'ONU, utilise pour la première fois l'expression de «développement durable», qui sera ensuite popularisée lors du Sommet de la Terre en 1992. Ce sommet voit l'adoption de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC), qui met en place **un cadre intergouvernemental pour faire face au défi posé par les changements climatiques**, mais qui ne comporte pas d'engagements juridiquement contraignants. En 1997 à Kyoto, une trentaine de pays industrialisés sont allés plus loin en signant un accord, le **Protocole de Kyoto**, dans lequel ils s'engagent à limiter leurs émissions de gaz à effet de serre. La plupart des pays ont finalement ratifié ce protocole, mais pas les Etats-Unis, ce qui limite les possibilités d'action des pays plus volontaristes. Par ailleurs, les mesures adoptées s'avéreront décevantes. La conférence des parties (COP) ayant signé la Convention Cadre des Nations Unies contre le Changement climatique se réunit tous les ans pour faire le point sur les avancées de la convention et prendre des décisions pour atteindre les objectifs de lutte contre les changements climatiques. Mais les conférences de 2009 (Copenhague), puis celle de 2010 à Cancun ont **globalement déçu par le manque d'ampleur des engagements et l'absence réelle de cadre contraignant**. Alors que la première période d'engagement du Protocole de Kyoto devait s'achever fin 2012, la Conférence de Durban en 2011 et celle de Doha en 2012 n'ont pas permis d'aboutir à un accord contraignant pour réduire les émissions de gaz à effet de serre. **Marqués par de profondes divergences et l'omniprésence des questions géopolitiques, ce processus reste donc inachevé.** La COP 21, qui s'est tenue à Paris en décembre 2015, a permis de mettre au grand jour la nécessité de réduire les émissions de CO₂. Le réchauffement climatique est devenu une certitude. Les mesures envisagées ne sont néanmoins pas suffisantes pour contenir le réchauffement à + 2°C, de l'avis de nombreux experts. Et pour les prochaines années, il faut encore que les Etats ratifient le traité, puis prennent les mesures qu'ils ont annoncées.

Des coalitions d'ONG et de mouvements sociaux plus ancrés au Sud, par exemple le CAN, Climate Action Network et son corollaire Réseau Action Climat-France, tentent aujourd'hui d'aller plus loin en démontrant que **les crises économique, financière et climatique sont étroitement liées** et qu'il faut **agir au plus vite**, en remettant en cause le modèle productiviste, qui a prouvé son échec, pour parvenir à un changement de modèle de développement.

Agenda 21 : l'exemple des éco-communes suédoises

Le principe de l'agenda 21 ou plan d'action pour le XXI^{ème} siècle, a été adopté à Rio lors du Sommet de la Terre de 1992. Il décrit les secteurs d'intervention des collectivités locales en matière de développement durable (et a été élargi aux établissements scolaires) ; la consultation de la population en est une composante essentielle. Le "modèle" de l'agenda 21 est né en Suède, au début des années 80, dans la commune d'Overtornea. Une action de revitalisation économique prenant appui sur la transition énergétique en a fait la première éco-commune. Actuellement, 30 % des communes suédoises sont engagées dans la même démarche.

Un exemple : la commune d'Umea, 116 000 habitants, dont 38 000 étudiants, élue capitale européenne de la culture en 2014. Son plan urbain comprend entre autres la construction écologique, le traitement de l'eau et des déchets (dont seulement 1 % finissent à la décharge), l'organisation des transports (vélo et ligne de bus électrique). L'entreprise municipale Umea energy est chargée du réseau électrique, du chauffage urbain et des énergies renouvelables (incinération des déchets et biomasse). L'objectif de la ville est d'être neutre en émissions de carbone d'ici 2018.

(<https://ecocomunes.wordpress.com>).

Bibliographie

- *Les emplois de la transition énergétique. une opportunité pour la France*, Réseau Action Climat, CFDT, CLER, GESEC et Gimelec, 10/2014.
- *Interview Thierry Salomon : où en est la transition énergétique française ?*, dans *La France en Transition*, Kaizen, Hors Série n°2, octobre 2013, page 60 à 63.
- *Trois régions françaises investissent dans la rénovation thermique lourde*, *La Revue Durable*, n°51, avril-mai-juin 2014, page 42 à 46.
- *Le grand chantier financier de la transition*, *La Revue Durable*, n°51, avril-mai-juin 2014, page 55-56.
- *La transition énergétique en Allemagne : sujet électrique*, Article Ritimo, Fururoest, janvier 2014, <http://www.ritimo.org/article5170.html>
- *Transition énergétique et sortie du nucléaire*, Bernard Laponche, *Global Chance*, mai 2013.
- *Nucléaire : l'exception française ?*, octobre 2002, Bernard Laponche.
- *10 ans de programme nucléaire : E.D.F. devient un fardeau pour la France*, Yves Lenoir et Jean-Pierre Orfeuill, *Sciences et Vie*, novembre 1983.

10. Agir individuellement et s'engager collectivement (et vice versa !)

La volonté citoyenne est un puissant moteur de la transition énergétique. Chacun peut en effet peser fortement sur les orientations collectives via ses choix de consommation et ses engagements citoyens.

Contribuer aux économies d'énergie

Il existe de nombreux exemples de citoyens ou groupes de citoyens à travers le monde qui ont changé leurs comportements ou développé des initiatives :

- > Des cantines d'écoles qui mettent en place des jardins potagers et qui luttent contre le gaspillage de nourriture.
- > Des groupes de citoyens qui créent une AMAP pour soutenir un agriculteur voisin et privilégier les circuits courts et les produits de saison.
- > Des villes qui font le pari des «transports doux» et mettent en place des politiques favorisant le covoiturage, la marche à pied, le vélo et les transports collectifs.
- > Des entreprises qui doivent renouveler leur matériel et qui optent pour des appareils économes en énergie et mettent en place des actions pour éviter le gaspillage d'électricité.
- > Des groupes d'amis ou de voisins qui se prêtent leurs outils et organisent des ateliers pour réparer et recycler leurs biens de consommation.
- > Des syndicats de copropriété qui doivent choisir un nouveau mode de chauffage et qui optent pour un poêle à bois performant, un chauffage au gaz (peu polluant) ou l'insertion dans un réseau de chaleur. Ou encore qui investissent dans l'isolation de l'immeuble, en utilisant des matériaux économes en énergie.

Quelques pistes pour aller plus loin

- > S'informer davantage, pour mieux saisir les enjeux, et se renseigner sur les initiatives qui existent près de chez soi. Inciter ses proches à s'intéresser aussi à ces questions.
- > S'impliquer dans des associations de sensibilisation aux enjeux de l'énergie, de lutte contre la précarité énergétique ou encore de promotion des énergies renouvelables.
- > S'engager dans les débats mis en place localement, et interpeller les décideurs sur les choix énergétiques.
- > Faire pression sur les entreprises pour qu'elles prennent davantage en compte les enjeux énergétiques dans leurs pratiques.
- > Orienter son épargne vers des projets citoyens de production locale d'énergie renouvelable, par exemple avec Energie Partagée, fonds d'investissement citoyen consacré à l'énergie.
- > Opter pour un fournisseur d'énergie alternatif, favorisant les énergies renouvelables et l'appropriation citoyenne et locale, tel Enercoop, voire produire son énergie soi-même grâce au petit éolien ou au solaire.

Pourquoi pas vous ?

Vous connaissez sûrement des exemples, des démarches comme celles-ci. Avec un peu d'organisation et de créativité, ces choix sont accessibles à tous et les effets bénéfiques, en termes de qualité de vie, mais aussi d'économies, peuvent rapidement se faire sentir.

**Et vous, qu'en pensez-vous ?
Comment agissez-vous ?**



A titre d'exemple, voici les étapes de notre démarche

La prise de conscience : les enjeux de l'énergie nous concernent !

Le 11 mars 2011, débute la catastrophe de Fukushima. Habitant dans une région très «nucléarisée», nous sommes nombreux en Basse-Normandie à nous sentir plus particulièrement concernés par l'événement. En mai 2011, au Citim, un groupe de travail de six personnes se constitue autour du thème : «L'énergie, un enjeu citoyen». En septembre, un second fil conducteur est retenu : «La solidarité internationale».

La mise en lien avec le tissu associatif local

D'octobre 2011 à décembre 2012, nous invitons des membres d'une douzaine d'associations locales, ainsi que des représentants de l'ADEME, à venir échanger avec nous sur leur approche de l'énergie. Nous recevons successivement : Les Petits Débrouillards, l'Association régionale pour la promotion de l'éco-construction (ARPE), Biomasse Normandie, l'ADEME, l'Association pour le contrôle de la radioactivité dans l'Ouest (ACRO), le Mouvement de la Paix du Calvados, Eau Vive, Terre des Hommes Calvados, la Confédération syndicale des familles (CSF), le Secours populaire, le Comité Amérique latine et le Centre d'initiation aux énergies renouvelables d'Aunay-sur-Odon (CIER).

Ces contacts avec les acteurs locaux ont un double intérêt :

- ils nous ouvrent à des pratiques et des savoirs que nous pouvons nous approprier collectivement ;
- parmi nos interlocuteurs, plusieurs rejoignent le groupe de départ.

Le choix d'un outil - l'exposition - comme support de sensibilisation mais aussi d'auto-formation

En mai 2012, nous en sommes déjà à la 7ème réunion quand un membre du groupe propose la réalisation d'une exposition, proposition aussitôt acceptée.

Sans grande méthodologie, nous nous répartissons les panneaux à élaborer, en fonction des connaissances et centres d'intérêt de chacun. Débute alors un cheminement long, parfois difficile, qui verra quelques éloignements ou abandons. Mais peu à peu, le projet avance. Ce premier travail sur les panneaux est l'occasion de s'auto-former, sur les thématiques abordées mais aussi sur les aspects plus formels : nous découvrons qu'élaborer une exposition ne s'improvise pas !

En juin 2013, une réunion ouverte est organisée pour présenter l'état du travail aux associations déjà sollicitées et récolter avis et recommandations. Quelques nouvelles personnes sont présentes, dont notre future graphiste.

La recherche de soutiens financiers et méthodologiques

Au-delà du fort investissement bénévole qu'il représente, ce projet a aussi un coût pour le Citim : temps salarié d'une permanente de l'association pour accompagner le groupe et le projet, le travail de la graphiste sur les illustrations et la mise en page des panneaux, l'impression de l'exposition... Une démarche de recherche de financement est donc menée. En mars 2013, un dossier est déposé au Conseil régional de Basse-Normandie, dans le cadre d'un

appel à projets sur le développement durable. Il sera accepté. En novembre, une demande est adressée à la Direction régionale de l'ADEME, qui s'engage à financer l'exposition.

Par ailleurs, en septembre 2013, le projet est présenté à la commission Label de Ritimo, qui accepte de le soutenir financièrement et d'apporter un accompagnement sur le fond.

Le travail sur le contenu et l'élaboration progressive des outils

Dès le début, il était prévu que l'exposition serait enrichie d'un dossier d'accompagnement. Suite aux difficultés rencontrées lors du premier travail sur les panneaux, nous décidons d'adopter un autre angle d'approche et de travailler d'abord sur ce dossier : en septembre 2013, une problématique et un plan détaillé sont élaborés, avec les premiers éléments de contenu. Nous nous réunissons régulièrement pour échanger, critiquer, valider... Ce n'est qu'une fois que nous disposons d'un document d'ensemble satisfaisant que nous reprenons le travail sur le contenu des panneaux de l'exposition.

En mars 2014, débute la mise en forme des panneaux avec la graphiste. Le texte est beaucoup trop long, il nous faut rédiger à nouveau, échanger, négocier... : de nombreux allers-retours ont lieu entre le groupe et la graphiste, ainsi qu'entre le groupe et la commission Label de Ritimo. Progressivement, nous parvenons à nous mettre d'accord et à finaliser les panneaux et le dossier d'accompagnement.

Le lancement de l'étape de valorisation

Il nous reste à partager avec d'autres ce que nous avons appris au cours de ces quatre ans, en faisant connaître et vivre l'expo en Basse-Normandie, dans d'autres régions françaises, et pourquoi pas dans d'autres pays...

Nous prévoyons aussi de valoriser ce travail sur le site du Citim, en créant une rubrique dédiée aux enjeux de l'énergie.

L'appropriation par le public

Nous comptons sur vous à présent pour discuter de ces questions avec vos proches et, pourquoi pas, envisager individuellement ou collectivement des modes de consommation, voire de production des ressources énergétiques.



LEXIQUE

Agenda 21 : programme de développement durable pour le XXI^e siècle, que la communauté internationale a adopté en 1992, lors de la conférence internationale de Rio sur l'environnement et le développement. L'objectif est de mettre en œuvre le développement durable à l'échelle d'un territoire, progressivement, de manière pérenne et évolutive, dans une démarche partenariale entre collectivités, entreprises, associations, citoyens...

D'après LexiCommon : <http://lexicommon.coredem.info>

Agrocarburant : carburant produit à partir de matériaux organiques provenant de la biomasse* (c'est en ce sens qu'on parle aussi de biocarburant) : le bioéthanol, issu de canne à sucre, betterave, maïs..., remplace l'essence, et le biodiesel, produit à partir de soja, colza, tournesol, huile de palme, jatropha..., se substitue au gazole. Ces carburants de première génération n'ont pas fait réellement leurs preuves, du point de vue énergétique et surtout environnemental. On s'oriente à présent vers des agrocarburants de deuxième génération à partir de matières premières non-alimentaires ligno-cellulosiques. La filière micro-algues (agrocarburants de troisième génération), nécessite encore de nombreuses années de recherche, même si le premier vol expérimental d'un avion de ligne avec du carburant partiellement issu de microalgues a eu lieu début janvier 2009 ! *D'après LexiCommon*.

Agroécologie : science et pratiques visant à concevoir et gérer une agriculture qui s'inspire du fonctionnement des écosystèmes naturels. Ces derniers sont en effet productifs sans apports d'engrais ni de produits phytosanitaires. On associe souvent l'agroécologie aux idées de résilience* et d'autonomie car elle vise à réduire la dépendance de l'agriculture aux facteurs externes de production (fuel, engrais, irrigation, pesticides) et à accroître la productivité endogène des fermes. L'agroécologie s'oppose à l'agro-industrie ; elle se rapproche de l'agriculture biologique et de la permaculture*. C'est un outil de revitalisation des sols détruits par les pesticides et un véritable outil de développement rural dans les pays pauvres. *D'après LexiCommon*.

Bioclimatisme : (voir aussi maison solaire passive*) : recherche de la meilleure efficacité entre les matériaux, le climat et le confort de l'habitation.

Biogaz : gaz combustible composé en moyenne de 65 % de méthane* (CH₄) et 35 % de gaz carbonique (CO₂). Cette énergie renouvelable issue de la biomasse* est produite par fermentation à l'abri de l'air (méthanisation*). Selon l'ADEME, seulement 0,5 % du potentiel mondial de ce gisement est actuellement valorisé.

Biomasse : ensemble des matières organiques, d'origine végétale ou animale, susceptibles de fournir de l'énergie soit par combustion (bois, pailles, huiles végétales...), soit

par transformation en gaz (méthanisation*, gazéification). Le compostage est un autre mode de valorisation de la biomasse.

Choc pétrolier : modification brutale de l'offre de pétrole (1973, 1979 et 2008), combinant hausse des prix, baisse de la production et augmentation de la consommation, et ayant entraîné des conséquences sur l'économie mondiale.

Cogénération : production simultanée de chaleur et d'électricité, qui permet d'améliorer le rendement de combustion en valorisant mieux l'énergie dégagée (passage d'un rendement de 40% à 60% ou plus).

Cycle du carbone : cycle biogéochimique qui correspond à la totalité des échanges d'éléments carbone sur la planète. Tous les êtres vivants sont formés de molécules contenant du carbone (glucides, protéines, lipides). Les échanges entre les océans, les roches, la matière vivante et l'atmosphère rendent ce cycle particulièrement complexe. En simplifiant, on distingue :

- le cycle du carbone organique, qui se subdivise en cycle court (inférieur à un siècle : photosynthèse et fermentation) et cycle long (transformation des matières organiques enfouies en combustibles fossiles) ;
- le cycle du carbone inorganique, contenu dans le CO₂ et les calcaires (CaCO₃), et impliquant l'atmosphère, les océans, les sédiments et les roches. Source : L'encyclopédie de l'écologie, www.lagrandepoubelle.com.

Effet de serre : phénomène naturel par lequel l'atmosphère laisse passer une partie du rayonnement solaire qui réchauffe le sol, lequel émet en réaction un rayonnement infrarouge dont une partie repart vers la haute atmosphère. L'activité humaine générant des gaz à effet de serre en quantité trop importante, cette "respiration-ventilation" est empêchée par la chape de gaz, ce qui génère une augmentation des températures du globe.

Energie positive : caractéristique d'un bâtiment qui produit plus d'énergie qu'il n'en consomme. Elle résulte de deux démarches : réduire les besoins de chaleur, de froid et d'électricité ; puis subvenir aux besoins restants par des énergies renouvelables locales. Dans le prolongement de ce concept, on parle aussi de «territoires à énergie positive» : la collectivité s'engage alors à réduire l'ensemble de ses besoins en énergie ; elle propose un programme global pour un nouveau modèle de développement, plus sobre et plus économe.

Etiquette énergie : fiche destinée au consommateur, qui résume les caractéristiques d'un produit, en particulier ses performances énergétiques, afin de faciliter le choix entre différents modèles. Présente en France depuis 1995, l'étiquette énergie informe sur l'efficacité énergétique des appareils électroménagers, des ampoules et des télévisions. Elle a été étendue en 2006 à la vente des véhicules neufs puis en 2007 à la vente et la location de logements.

Gaz de schiste : une des formes non conventionnelles du gaz «naturel» piégé dans la roche-mère des terrains schisteux, que l'on extrait en injectant dans le sous-sol de l'eau à haute pression additionnée d'un grand nombre de produits chimiques (technique dite de la « fracturation hydraulique»). *D'après l'Institut négaWatt.*

Géothermie : science qui étudie les phénomènes thermiques du globe ainsi que l'ensemble des technologies qui visent leur exploitation (notamment l'alimentation de réseaux de chaleur).

ITER : International Thermonuclear Experimental Reactor : réacteur thermonucléaire expérimental international. Nom donné au projet expérimental de construction d'un réacteur générateur d'électricité utilisant le principe de la fusion nucléaire. L'expérimentation se situe sur le site de recherche CEA de Cadarache (commune de Saint-Paul-lès-Durance, Bouches-du-Rhône). Le budget initial (5 milliards d'euros) a été multiplié par quatre et le délai allongé. La seconde phase sera la construction d'un prototype pré-industriel, fournissant de l'électricité à un horizon indéterminé.

Maison solaire passive (ou maison passive) : bâtiment conçu pour éviter les déperditions thermiques et bénéficier de manière optimale des apports solaires, en jouant sur l'orientation, les baies vitrées, la végétation... (voir aussi bioclimatisme*, énergie positive*).

Méthane : composé organique de formule chimique CH₄, le plus simple de la famille des hydrocarbures. Il se présente sous la forme d'un gaz soit fossile (gaz «naturel») soit renouvelable. Dans ce dernier cas, c'est un gaz biologique (biométhane ou biogaz* obtenu par méthanisation*) ou un gaz de synthèse (obtenu par gazéification). *D'après l'Institut négaWatt.*

Méthanisation : procédé qui consiste à produire du méthane* renouvelable à partir de matières organiques, par fermentation anaérobie (en l'absence d'oxygène), dans un réacteur où les conditions de température et d'humidité sont contrôlées. Les matières solides restantes constituent un digestat, utilisable comme amendement organique et proche du compost. *D'après l'Institut négaWatt.*

Mix énergétique (ou «bouquet énergétique») : ensemble ou répartition, à l'échelle d'un territoire, des énergies primaires consommées en vue de produire les énergies finales.

Opérateur énergétique : acteur chargé d'articuler les différentes étapes de la transformation des ressources en énergie, de la source d'énergie primaire jusqu'au consommateur final. L'opérateur peut être local, régional, national (EDF...), multi-local, territorial (ELD...).

Permaculture : philosophie et techniques liées au rapport et à l'usage de la terre, basées sur l'observation des écosystèmes naturels et de leurs habitants (végétaux, animaux et humains). L'objectif est de constituer des

systèmes productifs résilients* et relativement autonomes.

Pic pétrolier (Peak Oil en anglais) : terme issu de la théorie d'un géologue américain qui a pronostiqué, dès les années 1950, le plafonnement de la production de pétrole avant son déclin dû à la raréfaction de la ressource. De l'avis de nombreux experts, ce pic est près d'être atteint ou déjà dépassé.

Radon : gaz radioactif d'origine naturelle qui provient de la désintégration du radium, lui-même issu de la désintégration de l'uranium présent dans la croûte terrestre. Le radon est principalement émis par les sous-sols granitiques et volcaniques ; c'est un gaz lourd ; à l'air libre, il est inoffensif mais dans des lieux confinés, comme les sous-sols des habitations, il peut s'accumuler pour atteindre des concentrations potentiellement nocives (risque accru de cancer du poumon).

Résilience : concept d'origine physique, transféré par la suite aux sciences sociales (psychologie, sociologie, économie). Il désigne la capacité d'un individu, d'un collectif, d'une organisation ou d'un (éco)système à retrouver une activité normale, à «rebondir», après une perturbation dans son fonctionnement.

Silicose : Maladie pulmonaire provoquée par l'inhalation de particules de poussières de silice dans les mines, les carrières, ou encore les chantiers du bâtiment.

Stériles (ou «résidus miniers») : matériaux écartés après extraction, sans être exploités. Dans le cas du minerai d'uranium, ces résidus contiennent de la radioactivité.

Le thème de l'énergie dans les programmes scolaires

En collège, le développement durable est abordé en classe de 5e. Dans ce cadre un chapitre est consacré à l'énergie, mais ce thème n'est pas obligatoirement traité parce que, parmi cinq sujets, dont fait partie l'énergie, l'enseignant doit en retenir trois. De plus, le bulletin officiel (BO spécial n° 6 du 28 août 2008) demande de traiter les énergies fossiles et les problèmes que leur utilisation provoque (épuisement des ressources, enjeux, tensions géopolitiques) puisque la consommation mondiale repose sur ces énergies. Ainsi, les instructions officielles (et les manuels scolaires) font l'impasse sur l'énergie nucléaire.

En lycée, «l'enjeu énergétique» est abordé en classe de Seconde (BO du 29 avril 2010). Là aussi, trois thèmes sont proposés (nourrir les hommes, l'eau, l'énergie) et il faut en choisir deux. Quand l'enjeu énergétique est choisi, il y a trois problématiques à traiter :

- Les enjeux du développement
- Gérer les ressources terrestres
- Aménager la ville
- Gérer les espaces terrestres

Dans les manuels il y a des nuances d'approches. Il y a souvent de bonnes bases de travail et parfois des approches plus partisans : la question mise en exergue dans l'introduction à ce chapitre dans le manuel de chez Belin est «Comment répondre à des besoins grandissants sans nuire à la planète ?» On aurait pu imaginer une autre question comme : «Comment réduire nos besoins énergétiques ?».

Autres entrées dont approches interdisciplinaires

--> Seconde générale et technologique - Sciences de l'ingénieur

«L'enseignement d'exploration Sciences de l'Ingénieur propose aux élèves de découvrir pourquoi et comment un produit, à un moment donné, est conçu et réalisé, à quel besoin il répond et quel est son impact dans la société et sur notre environnement». Parmi les thèmes proposés : la mobilité (les véhicules individuels et les transports collectifs, les énergies utilisées, le pilotage et la sécurité), l'habitat (la performance énergétique, la maison à énergie positive passive, la domestique), l'énergie (les énergies renouvelables, le stockage et la distribution)...

--> Seconde générale et technologique - Physique-chimie

«L'enseignement des sciences physiques et chimiques en seconde prolonge cette ambition en donnant à l'élève cette culture scientifique et citoyenne indispensable à une époque où l'activité scientifique et le développement technologique imprègnent notre vie quotidienne et les choix de société».

--> Seconde générale et technologique - Sciences et vie de la Terre

"Pour aborder le thème des «enjeux planétaires contemporains» on s'intéresse à certains aspects de la question énergétique ainsi qu'au défi que représente, en matière de ressources en sol, le développement d'une agriculture qui répond aux besoins de l'humanité."

--> Seconde générale et technologique - Littérature et société

"Écrire pour changer le monde : l'écrivain et les grands débats de société

- Écriture et engagement : discours, fictions, opinions.
- Les utopies : à la recherche d'une société idéale.
- Les écrivains face aux progrès scientifiques et techniques
- Écriture et idéologie : manifestes, pamphlets, charges et plaidoyers"

--> 1ère L et ES - Sciences

Thème propre aux sciences physiques et chimiques «Le défi énergétique» est l'occasion de présenter les principales sources d'énergies, renouvelables ou non, et d'appréhender les problématiques de gestion des ressources dans une logique de développement durable.

--> Terminale S - Physique chimie

"Agir - Enjeux du XXIème siècle - Économiser les ressources et respecter l'environnement. Les enjeux énergétiques :

- Extraire et exploiter des informations sur des réalisations ou des projets scientifiques répondant à des problématiques énergétiques contemporaines.
- Faire un bilan énergétique dans les domaines de l'habitat ou du transport.
- Argumenter sur des solutions permettant de réaliser des économies d'énergie."

Proposition de questionnaire pour les lycéens

Afin de faciliter la préparation et l'exploitation d'une séquence pédagogique et de rendre la visite de l'exposition efficiente, vous pouvez en cas de besoin, remettre en amont à vos élèves, les pages 4 et 5 du dossier portant sur les «Sources et usages de l'énergie», ainsi qu'un questionnaire leur permettant de mémoriser les thèmes principaux découverts sur chacun des 10 panneaux :

Panneau 1 «A contre-courants, une énergie citoyenne et solidaire» :

-> **Pourquoi est-il envisagé une «transition énergétique» ?**

Panneau 2 «Un modèle énergétique à bout de souffle» :

-> **Pourquoi le mode de consommation actuel conduit-il à une impasse ?**

Panneau 3 «L'énergie au cœur des déséquilibres mondiaux» :

-> **Pourquoi parle t-on de déséquilibre ?**

-> **Quelles en sont les conséquences ?**

Panneau 4 «Dérèglement climatique et risque nucléaire» :

-> **Quels sont les dangers dûs aux énergies fossiles ?**

-> **Quels sont les problèmes liés à l'énergie nucléaire ?**

Panneau 5 «Agriculture et alimentation : tous concernés» :

-> **Pourquoi fait-on un lien entre l'agro-industrie et l'énergie ?**

-> **Qu'est-ce qui permettrait à l'agriculture d'être moins énergivore ?**

Panneau 6 «Un accès à l'énergie pour tous» :

-> **Quelles sont les causes de la précarité énergétique ?**

-> **Comment peut-on y remédier ?**

Panneau 7 «Développer les énergies renouvelables» :

-> **Lister les diverses énergies renouvelables**

-> **Quelle est l'énergie la moins chère et la moins polluante ?**

Panneau 8 «Un enjeu de démocratie» :

-> **A quelles conditions peut-on envisager une transition énergétique ?**

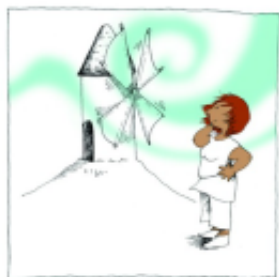
Panneau 9 «Politiques publiques et choix de société» :

-> **Qu'entend-on par «politique publique» ?**

-> **Quelles politiques publiques iraient dans le sens d'une transition énergétique ?**

Panneau 10 «Agir individuellement et s'engager collectivement» :

-> **Parmi les démarches mentionnées sur ce panneau pour aller vers une transition énergétique, quelles sont celles qui vous semblent à votre portée ?**



Données de la cartographie

Carte "Energies fossiles et uranium : productions, flux et consommation"

Panneau 3 - Dossier p. 13

Source : annuaire des statistiques de l'ONU - 2010

Pays produisant plus de 10 000 TEC de charbon, pétrole ou gaz						Pays produisant plus de 100 T d'uranium	
Solides (charbon)		Liquides (pétrole)		Gaz		Uranium	
pays	tonnage	pays	tonnage	pays	tonnage	pays	tonnage
Chine	2 307 845	Russie	729 492	Russie	857 892	Kazakhstan	17 803
États-Unis	759 672	Arabie Saoudite	670 851	États-Unis	794 622	Canada	9 775
Inde	453 664	États-Unis	520 712	Canada	210 069	Australie	5 918
Australie	339 057	Irak	320 157	Irak	203 264	Namibie	4 503
Indonésie	312 498	Chine	293 012	Qatar	170 314	Niger	4 199
Russie	257 184	Canada	235 527	Norvège	148 510	Russie	3 562
Afrique du Sud	191 667	Vénézuéla	216 882	Chine	120 584	Ouzbékistan	2 874
Pologne	79 136	Mexique	209 418	Algérie	114 259	États-Unis	1 630
Kazakhstan	69 353	Nigeria	193 564	Indonésie	107 167	Chine	1 350
Colombie	69 039	E. Arabes Unis	190 924	Arabie Saoudite	105 573	Ukraine	837
Allemagne	64 464	Brésil	177 265	Pakistan	100 686	Afrique du Sud	582
Canada	48 227	Koweït	176 936	Royaume-Uni	81 695	Inde	400
Ukraine	44 307	Iran	170 102	Ouzbékistan	77 505	Rép. Tchèque	254
Vietnam	43 940	Norvège	144 441	Malaisie	72 870	Brésil	174
Rép. Tchèque	29 614	Algérie	131 592	Inde	68 236		
Turquie	25 034	Angola	127 774	E. Arabes Unis	68 226		
Royaume-Uni	15 761	Kazakhstan	116 154	Australie	67 510		
Grèce	10 451	Libye	114 284	Mexique	66 525		
		Qatar	92 932	Turkménistan	58 564		
		Royaume-Uni	91 765	Argentine	54 974		
		Indonésie	76 224	Kazakhstan	49 803		
		Azerbaïdjan	73 598	Pays Bas	46 249		
		Oman	65 669	Thaïlande	39 906		
		Inde	60 923	Vénézuéla	36 752		
		Colombie	57 848	Oman	35 787		
		Argentine	52 687	Bangladesh	26 182		
		Malaisie	48 140	Ukraine	24 493		
		Slovaquie	33 346	Azerbaïdjan	22 221		
		Australie	33 150	Libye	21 796		
		Syrie	29 141	Brésil	19 813		
		Guinée Équatoriale	28 388	Bolivie	19 592		
		Thaïlande	25 767	Birmanie	16 970		
		Congo	23 225	Brunei	16 301		
		Vietnam	22 131	Koweït	15 429		
		Yémen	19 858	Allemagne	15 422		
		Gabon	18 355	Colombie	14 961		
		Danemark	17 643	Roumanie	13 681		
		Bahrein	13 679	Bahrein	12 836		
		Turkménistan	13 581	Vietnam	12 518		
		Brunei	11 773	Pérou	12 104		
		Allemagne	10 122	Danemark	11 669		
				Syrie	11 500		
				Italie	10 948		
				Iran	10 276		
Total correspondant aux seuils retenus	4 621 587		4 739 087		2 932 940		48 634
Total monde	5 277 026		5 882 368		4 327 468		54 016
soit « x » %	87,6		80,6		67,8		90,0

Sur la carte, seuls les pays produisant plus de 100 000 TEC de charbon, pétrole ou gaz ont été retenus. Pour l'uranium, le seuil est à 2000 T. Les pays concernés apparaissent avec un fond de couleur.

Import / export de pétrole (milliers de T) en 2010
Pays important plus de 50 000 T

Flux retenus sur la carte : fond jaune

Pays importateurs	Quantité totale	En provenance de... (> à 10 000 T)	Quantité
Chine	237 682	Angola	39 113
		Iran	21 174
		Irak	11 162
		Russie	15 137
		Arabie Saoudite	44 343
Europe	505 172	Iran	26 718
		Irak	15 122
		Kazakhstan	23 902
		Libye	44 426
		Nigeria	20 323
		Norvège	66 760
		Russie	131 815
		Arabie Saoudite	24 872
		Royaume Uni	20 982
		Iran	17 240
Inde	168 421	Irak	12 777
		Koweït	13 560
		Nigeria	16 449
		Arabie Saoudite	27 698
		Venezuela	12 264
Japon	171 833	Iran	17 305
		Koweït	13 536
		Arabie Saoudite	53 036
		Émirats Arabes Unis	35 465
Corée	118 897	Iran	10 145
		Koweït	12 232
		Arabie Saoudite	39 870
Etats-Unis	486 517	Émirats Arabes Unis	14 645
		Algérie	14 760
		Angola	20 065
		Canada	91 211
		Irak	21 897
		Mexique	55 948
		Nigeria	49 517
		Russie	13 174
		Arabie Saoudite	54 009
		Venezuela	55 663
Total	1 688 522		1 178 315

Europe : Belgique, Finlande, France, Allemagne, Grèce, Italie.
Pays-Bas, Pologne, Portugal, Espagne, Suède, Royaume-Uni.

Pays consommant plus de 4 000 kg équivalent charbon/habitant

Bahrein	119 556
Koweït	17 141
Émirats Arabes Unis	13 073
Luxembourg	12 223
Oman	11 617
Islande	10 340
Canada	9 313
États-Unis	9 287
Arabie Saoudite	9 079
Norvège	8 850
Australie	7 860
Finlande	7 011
Kazakhstan	6 872
Pays Bas	5 637
Estonie	5 483
Corée du Sud	5 441
Belgique	5 414
Autriche	4 739
Allemagne	4 658
Nouvelle-Zélande	4 602
Irlande	4 586
Japon	4 538
Israël	4 434
Libye	4 239
Iran	4 220
Danemark	4 069
France	4 028
Monde	2 160
Amérique du Nord	6 512
Océanie	5 472
Europe	4 510
Asie	1 615
Amérique du Sud	1 530
Afrique	494

Import / export de gaz naturel (Terajoules) en 2010
pays important plus de 1 milliard de TJ

Flux retenus sur la carte : fond jaune

Pays importateurs	Quantité totale en milliers de TJ	En provenance de...	Quantité totale en milliers de TJ	Quantité (milliers de TEP)
Chine	0			
Inde	0			
Europe	15 001	Algérie	1 910	45 458
		Pays-Bas	1 690	40 222
		Nigeria	562	13 376
		Norvège	3 448	82 062
		Qatar	1 395	33 201
Japon	3 852	Russie	2 826	67 259
		Australie	722	17 184
		Indonésie	705	16 779
		Malaisie	797	18 969
Corée	1 827	Qatar	421	10 020
		Indonésie	296	7 045
		Malaisie	258	6 140
		Qatar	405	9 639
Turquie	1 456	Russie	159	3 784
Ukraine	1 375	Russie	673	16 017
Etats-Unis	4 043	Russie	1 375	32 725
		Canada	3 522	83 824
		Trinidad et T.	210	4 998

Rq - Europe : Autriche, Biélorussie, Belgique, République Tchèque, Finlande, France, Allemagne, Hongrie, Italie, Pologne, Portugal, Slovaquie, Espagne, Royaume-Uni.

Import / export de charbon en 2010 (milliers de T)

Flux retenus sur la carte : fond jaune

Pays importateurs	Quantité totale (milliers de T)	En provenance de... (> à 10 000 T)	Quantité
Chine	163 095	Australie	36 642
		Indonésie	54 288
		Russie	11 480
		Vietnam	15 889
Inde	68 918	Australie	19 051
		Indonésie	33 817
		Afrique du Sud	11 906
Japon	185 371	Australie	11 486
		Indonésie	33 835
		Russie	10 673
Corée	113 501	Australie	41 113
		Indonésie	39 036
Europe	183 998	Australie	17 247
		Colombie	31 297
		Russie	44 734
		Afrique du Sud	15 595
		Etats-Unis	27 051

Europe : Autriche, Belgique, Danemark, Finlande, France, Allemagne, Italie, Pays-Bas, Pologne, Portugal, Slovaquie, Espagne, Royaume-Uni.

Exportations d'uranium

Pays producteurs (sup à 1000 T / an)	Production en tonnes(ONU, 2010)	Principaux pays destinataires
Canada	9 775	Inde
		Chine
		Arabie Saoudite
		Europe
		Etats-Unis
Australie	5 918	Chine
		Europe
		Inde
		Japon
		Arabie Saoudite
Kazakhstan	17 803	Chine
		Inde
		Japon
Namibie	4 503	Inde
		Chine
		Japon
Niger	4 199	Europe
		Inde
Russie	3 562	Europe
		Inde
Ouzbékistan	2 874	Japon
		Chine

Sources :
Wise wikipedia
Global-chance.org
ONU, 2010

Carte "Les installations nucléaires, civiles et militaires"

Panneau 4

Annexe B1- Pays membres du traité de non prolifération des armes nucléaires

Traité international conclu en 1968 et signé par de nombreux pays. Il vise à réduire le risque que les armes nucléaires se répandent dans le monde. Son application est garantie par l'agence internationale de l'énergie atomique.

Source : statistiquesmondiales.com

Afghanistan	Émirats arabes unis	Malte	Slovaquie
Afrique du Sud	Érythrée	Marshall	Slovénie
Albanie	Espagne	Mauritanie	Salomon
Algérie	Estonie	Maurice	Salvador
Allemagne	États-Unis	Mexique	Somalie
Andorre	Éthiopie	Micronésie	Sri Lanka
Angola	Fidji	Moldavie	Soudan
Antigua-et-Barbuda	Finlande	Monaco	Suriname
Arabie saoudite	France	Mongolie	Swaziland
Argentine	Gabon	Monténégro	Suède
Arménie	Gambie	Maroc	Suisse
Australie	Géorgie	Mozambique	Syrie
Autriche	Ghana	Namibie	Tadjikistan
Azerbaïdjan	Grèce	Nauru	Taiwan ⁸
Bahamas	Grenade	Népal	Tanzanie
Bahreïn	Guatemala	Nouvelle-Zélande	Tchad
Bangladesh	Guinée	Nicaragua	Thaïlande
Barbade	Guinée-Bissau	Niger	Timor oriental
Biélorussie	Guinée équatoriale	Nigeria	Togo
Belgique	Guyana	Norvège	Tonga
Belize	Haïti	Oman	Trinité-et-Tobago
Bénin	Vatican	Ouganda	Tunisie
Bhoutan	Honduras	Ouzbékistan	Turquie
Birmanie	Hongrie	Palaos	Turkménistan
Bolivie	Islande	Panama	Tuvalu
Bosnie-Herzégovine	Indonésie	Papouasie-Nouvelle-Guinée	Ukraine
Botswana	Iran	Paraguay	Uruguay
Brésil	Irak	Pays-Bas	Vanuatu
Brunei	Irlande	Pérou	Venezuela
Bulgarie	Italie	Philippines	Viêt Nam
Burkina Faso	Jamaïque	Pologne	Yémen
Burundi	Japon	Portugal	Zambie
Cambodge	Jordanie	Qatar	Zimbabwe
Cameroun	Kazakhstan	RDC	
Canada	Kenya	République centrafricaine	
Cap-Vert	Kiribati	République dominicaine	
Chili	Koweït	République tchèque	
Chine	Kirghizistan	Roumanie	
Colombie	Laos	Royaume-Uni	
Comores	Lettonie	Russie ⁶	
République du Congo	Liban	Rwanda	
Corée du Nord ⁵	Lesotho	Saint-Christophe-et-Niévès	
Corée du Sud	Liberia	Sainte-Lucie	
Costa Rica	Libye	Saint-Vincent-et-les	
Côte d'Ivoire	Liechtenstein	Grenadines	
Croatie	Lituanie	Samoa	
Cuba	Luxembourg	Saint-Marin	
Chypre	Macédoine	Sao Tomé-et-Principe	
Danemark	Madagascar	Sénégal	
Djibouti	Malawi	Serbie ⁷	
Dominique	Malaisie	Seychelles	
Équateur	Maldives	Sierra Leone	
Égypte	Mali	Singapour	

Nombre de réacteurs civils dans le monde (2013)

source : IAEA, bulletin 54-1, mars 2013

pays	en service	puissance électrique nette (MW)	en construction
Etats-Unis	103	100 680	3
France	58	63 130	1
Japon	50	44 215	2
Russie	33	23 643	11
Corée	23	20 739	4
Inde	20	4 391	7
Canada	19	13 500	
Chine	18	13 860	28
Royaume-Uni	16	9 231	
Ukraine	15	13 107	2
Suède	10	9 395	
Allemagne	9	12 068	
Espagne	8	7 560	
Belgique	7	5 927	
République Tchèque	6	3 804	
Taiwan	6	5 028	2
Suisse	5	3 278	
Finlande	4	2 752	1
Hongrie	4	1 889	
Slovaquie	4	1 816	2
Pakistan	3	725	2
Afrique du sud	2	1 860	
Argentine	2	935	1
Brésil	2	1 884	1
Bulgarie	2	1 906	
Mexique	2	1 530	
Roumanie	2	1 300	
Arménie	1	375	
Iran	1	915	
Pays-Bas	1	482	
Slovénie	1	688	
Emirats arabes unis	0		1
Total	437	372 613	68

31 pays ont actuellement des centrales nucléaires

Les dix premiers ont :

355 réacteurs

Les dix suivants ont :

63 réacteurs

Les onze derniers ont :

19 réacteurs

Total

437 réacteurs

Au Japon la majorité des réacteurs sont à l'arrêt depuis la catastrophe de Fukushima en 2011.

Les têtes nucléaires dans le monde

Russie	2 400
Etats-Unis	2 150
France	298
Chine	240
Royaume-Uni	160
Israël	140
Pakistan	90
Inde	90
Corée du Nord	20 ?

Le nombre de têtes nucléaires est souvent un secret militaire. Les données présentées sont donc à prendre avec beaucoup de précautions.

Carte "L'importance de l'énergie dans les 25 premières entreprises mondiales"

Panneau 8 - Dossier p. 37

Classement des 25 premières entreprises selon «Fortune global 500» en 2012

Rang	Nom	Ch. affaires (Milliards de \$)	Branche	Pays	Siège social	Localisation plus précise
1	Royal Dutch Shell	481,7	Pétrole	Pays-Bas	La Haye	
2	Walmart	469,2	Commerce de détail	États-Unis	Bentonville	Arkansas
3	ExxonMobil	449,9	Pétrole	États-Unis	Irving	Texas
4	Sinopec	428,2	Pétrole	Chine	Pékin	
5	China National Petroleum Corporation	408,6	Pétrole	Chine	Pékin	
6	BP	388,3	Pétrole	Royaume-Uni	Londres	
7	State Grid Corporation of China	298,4	Électricité	Chine	Pékin	
8	Toyota	265,7	Automobile	Japon	Toyota	Aichi
9	Volkswagen	247,6	Automobile	Allemagne	Wolfsburg	Basse-Saxe
10	Total	234,3	Pétrole	France	Courbevoie	Paris
11	Chevron	233,9	Pétrole	États-Unis	San Ramon	Californie
12	Glencore Xstrata	214,4	Négoce mat. Premières	Suisse	Baar	Zoug
13	Japan Post Holdings	190,9	Services	Japon	Tokyo	
14	Samsung Electronics	178,6	Électronique	Corée du Sud	Séoul	
15	E.ON	169,8	Énergie	Allemagne	Düsseldorf	Rhénanie Westphalie
16	Phillips 66	169,6	Énergie	États-Unis	Houston	Texas
17	ENI	167,9	Pétrole	Italie	Rome	
18	Berkshire Hathaway	162,5	Finance	États-Unis	Omaha	Nebraska
19	Apple	156,5	Électronique	États-Unis	Cupertino	Californie
20	AXA	154,6	Assurances	France	Paris	
21	Gazprom	153,5	Pétrole & Gaz	Russie	Moscou	
22	General Motors	152,3	Automobile	États-Unis	Detroit	Michigan
23	Daimler AG	146,9	Automobile	Allemagne	Stuttgart	Bade-Wurtemberg
24	General Electric	146,9	Société mixte	États-Unis	Fairfield	Connecticut
25	Petrobras	144,1	Pétrole	Brésil	Rio de Janeiro	

Comparaison entre le chiffre d'affaire de Shell (481 milliards de dollars) avec le PIB de trois pays de 10 millions d'habitants (dollars, 2011)

Belgique	529 milliards
Tunisie	48 milliards
Burundi	1,7 milliards



"A contre-courants, une énergie citoyenne et solidaire"
Expo CITIM Caen 2015
Graphiste-illustratrice Cécile Dalnoky

Exposition et dossier d'accompagnement *A contre-courants, une énergie citoyenne et solidaire*

Comité de rédaction : André Gasson, Hélène de la Porte, Renée Lagrange.

Autres contributeurs : Amadou Diaw, Claude Ruelland, Danielle Touré-Roberget, Florence Quesney.

Contributions scientifiques et techniques : Bernard Laponche, Christian Delabie, Michel Lagrange, Laurent Ouvrard.

Conception graphique de l'expo et illustrations : Cécile Dalnoky.

Relectures et conseils : Commission Label (RITIMO), Bernard Laponche, Sylvain Perriolat (ADEME), Nadine Tournaille (CRBN).

Coordination : Claire Fritsche.

Merci à toutes celles et ceux qui ont contribué à réaliser cette exposition avec beaucoup d'énergie (!), de près ou de loin, ponctuellement ou plus assidûment selon leurs possibilités : Alain, Annie, Gwénolé, Isabelle, Jean-Claude, Jean-Pierre, Jonathan, Lucie, Matthieu, Maude, Maxime, Michel C., Michel Le., Patricia, Pauline, Serge et Stéphane...

Merci aussi à **Cécitix** (www.cecitix.fr) pour ses conseils qui ont permis de réaliser la version sonore de l'exposition et du dossier d'accompagnement, désormais accessible aux déficients visuels.

Projet réalisé avec le soutien : de l'Agence Française de Développement, la Région Basse-Normandie et l'ADEME.



Les positions présentes dans ce document ne relèvent que de la responsabilité du Citim.

Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution
- Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de modification 4.0 International.



Dépôt légal : 3^{ème} trimestre 2016

2^{ème} édition corrigée : Mars 2017

ISBN : 978-2-9530520-1-5

Prix indicatif : 10 euros